Edgar T. Cypriaf

UR VÅR TIDS FORSKNING

POPULÄRA SKILDRINGAR

UTGIFNA AF

Prof. AXEL KEY OCH Dr GUST. RETZIUS.

17.

OM BLODET

DESS KRETSLOPP OCH DESS BETYDELSE FÖR KROPPSVÄFNADERNAS NÄRING

AF

Prof. CHRISTIAN LOVÉN.



STOCKHOLM

KLEMMINGS ANTIQVARIAT OCH SORTIMENT

1876

PRIS: 2 KRONOR.



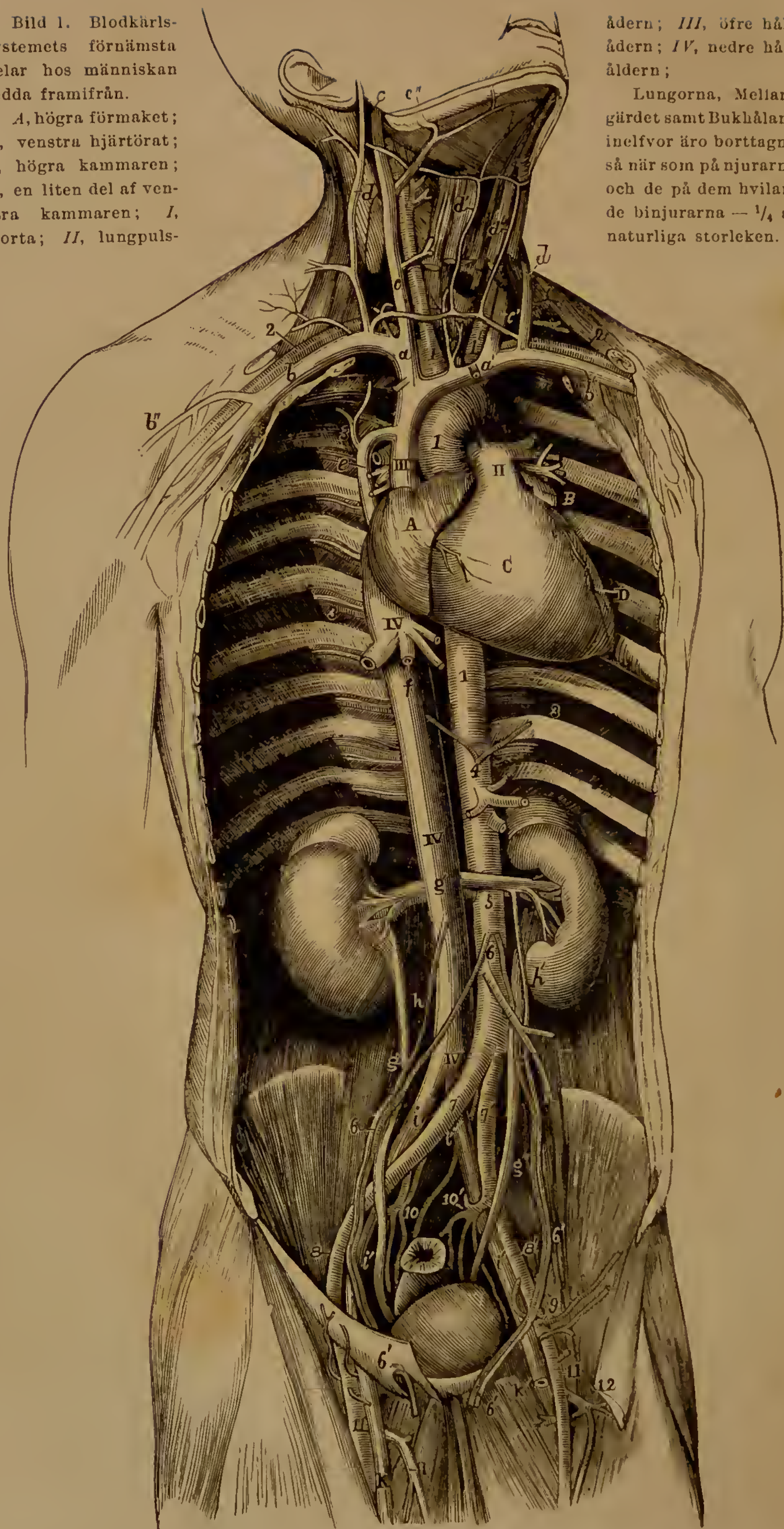


Bild 1. Blodkärlssystemets förnämsta delar hos människan sedda framifrån.

A, högra förmaket; *B*, venstra hjärtörat; *C*, högra kammaren; *D*, en liten del af venstra kammaren; *I*, Aorta; *II*, lungpulsådern; *III*, öfre hålådern; *IV*, nedre hålådern;

Lungorna, Mellangärdet samt Bukhålans inelfvor äro borttagna så när som på njurarna och de på dem hvilande binjurarna — $^1/_4$ af naturliga storleken.

UR VÅR TIDS FORSKNING

POPULÄRA SKILDRINGAR

UTGIFNA AF

Prof. AXEL KEY OCH Dr. GUST. RETZIUS.

17.

OM BLODET

DESS KRETSLOPP OCH DESS BETYDELSE FÖR KROPPS-VÄFNADERNAS NÄRING.

AF

Prof. CHRISTIAN LOVÉN.



STOCKHOLM
KLEMMINGS ANTIQVARIAT OCH SORTIMENT
1876.



STOCKHOLM, CENTRAL-TRYCKERIET, 1876.

Då Menenius Agrippa genom berättandet af den gamla fabeln om magen och lemmarna lugnade Roms oroliga befolkning, kunde han säkerligen icke fullkomligt inse, huru träffande den af honom begagnade liknelsen mellan människokroppen och en väl ordnad stat var. Föreställningen om människokroppen såsom en organism, d. v. s. ett helt bestående af flera olika, med hvarandra till ett gemensamt mål samverkande delar, är i själfva verket så gammal, att dess ursprung förlorar sig i den gråaste forntid, men sitt fulla berättigande har denna föreställning först erhållit under en nyare och jämförelsevis mycket ung tid. De gamle, som uteslutande voro hänvisade till de slutsatser, den omedelbara iakttagelsen med oväpnadt öga skänker, kunde naturligtvis endast fästa sig vid de större delar eller redskap, af hvilka människokroppen är sammansatt. Försökte man att tränga djupare, så mötte man i det oväpnade ögats begränsade förmåga ett oöfverstigligt hinder. Sedan mikroskopet blifvit uppfunnet, och i synnerhet sedan detta ovärderliga instrument erhållit den fulländning, öfver hvilken vi nu kunna glädja oss, har hindret blifvit undanröjdt, eller rättare sagdt flyttadt alt längre bort, och en ny, omätlig verld har öppnats för den mänskliga forskningen — en verld, lika ny som den, hvilken ter sig för den blindfödde, när konsten förlänar honom synens gåfva.

Det vigtigaste af alt, hvad vi med mikroskopets hjälp lärt känna om människokroppen, är, att den väsentligen är uppbygd af otaliga, mycket små delar, hvilka, huru olika de i sitt utbildade skick än må vara, och huru olika ända-

mål de än må tjäna, likväl alla härstamma från äggcellen — en liten för det oväpnade ögat knapt skönjbar klump af ett kornigt, segflytande ämne, som i sitt inre innehåller en ännu mindre bildning, kallad kärne. Undersöka vi en arm, en fot eller hvilken annan större del af vår kropp som hälst, så finna vi redan med oväpnadt öga, att den består af flera delar, hvilka tydligt visa sig vara olikartade. Vi urskilja med lätthet muskler, nerver, ben, brosk, bindväf, blodkärl o. s. v. Sådana beståndsdelar af kroppen benämner man »väfnader», och de skiljas i allmänhet lätt från hvarandra genom olika utseende, färg, sammanhang o. s. v. Men efterforska vi med mikroskopets tillhjälp dessa väfnaders finare byggnad, och synnerligast om vi följa deras utveckling från fosterlifvets tidigaste skiften, så kunna vi öfvertyga oss om, att de alla äro sammansatta af smärre delar, hvilka för hvarje väfnad utmärka sig genom vissa betecknande egenskaper i afseende på form, kemisk sammansättning och verksamhetssätt. Och slutligen finna vi då äfven, att de alla härstamma från den lilla äggcellen, huru stora förvandlingar de under sin utveckling än må hafva undergått. Fortskrida vi vidare i vår undersökning af dessa vår kropps »elementardelar», komma vi snart till den vigtiga insigten, att den mångfald af verksamhet — det må nu vara kemisk omsättning, mekaniskt arbete, värmebildning eller hvad annat som hälst — som utgör hvad vi benämna lif, egentligen utföres af dem. Ett par exempel må belysa detta. Då en muskel sammandrager sig, utföres, såsom bekant, ett mekaniskt arbete, hvilket i förhållande till muskelns massa är undransvärdt stort. Men hvarje muskel består af ett mycket stort antal elementardelar, benämnda »muskeltrådar», så små, att de endast medelst mikroskopet kunna iakttagas, och det är genom alla dessa små delars ändamålsenligt förbundna, samfälda arbete, som det stora resultatet åstadkommes. På samma sätt, då vid digifningen den stora myckenheten mjölk af-

söndras i bröstkörtlarna, sker detta genom det samfälda arbetet af de små elementardelar, här benämnda »körtelceller», hvilka till oräkneligt antal ingå i körtlarnas sammansättning. Så finna vi öfveralt, hvart vi vända våra blickar, att det stora arbetet utföres af en mängd ofantligt små arbetare, och resultatets storhet finner sin förklaring däri, att deras antal är så högst betydligt, samt att deras krafter på det ändamålsenligaste sätt samordnas för det afsedda målet. En noggrann undersökning lärer slutligen, att dessa elementardelar, hvilka vanligen betecknas med det häfdvunna, men i öfrigt högst olämpliga namnet *celler,* ega en jämförelsevis hög grad af självständighet gent emot hvarandra och det hela. Hvar och en af dem har sitt skilda lefnadslopp, födes, närer sig, tillväxer, dör bort och lemnar plats i ledet för nya efterträdare.

Så finna vi då, att den gamla liknelsen mellan människokroppen och en stat har en långt djupare betydelse och en mycket fullständigare tillämplighet än forntidens vise ens kunde ana. Men det är icke de större lemmarna eller organen, som utgöra de rätta medborgarena i denna stat, utan det är just dessa små celler. Huru många milliarder denna befolkning än representerar, störes likväl icke därigenom det helas enhet och sammanhang, lika litet som däraf, att de icke alla fortlefva lika länge som det hela. Generationer efterträda generationer i »kroppsstaten», likasom i den statskropp, hvars medlemmar äro människoindivider. Vi vilja likväl här anmärka, att icke kroppens hela massa uteslutande utgöres af sådana celler. I vissa väfnader, såsom i ben, brosk, bindväf m. fl. alstra cellerna mellan sig en större eller mindre myckenhet af ett ämne, som i olika väfnader har olika fysikalisk beskaffenhet; men denna »mellansubstans» deltager icke, så vidt vi veta, uti det egentliga lifsarbetet; den har till uppgift att stödja, sammanhålla eller skydda de egentligen lefvande delarna — cellerna.

Det är hufvudsakligen tvänne makter, som sammanhålla dessa oräkneliga individer till ett helt. Den ena är statsstyrelsen med dess särskilda afdelningar. För den stat, med hvilken vi nu sysselsätta oss, har hon sitt säte i *nervsystemets* centraldelar, företrädesvis i hjärnan och ryggmärgen. Genom nervtrådar mottager hon ständiga budskap dels från den yttre verlden, dels ock från kroppens särskilda områden; genom andra nervtrådar utsändas från henne befallningar, impulser till ökad verksamhet eller hämmande tyglar, där verksamheten tilläfventyrs skulle vara för häftig. Den andra sammanhållande makten är hvad vi skulle kunna kalla den innerliga gemensamheten i intressen mellan samhällets olika medlemmar. I den politiska staten tillgodoses denna gemensamhet genom inrättningar för varuutbytet och samfärdseln — inrättningar, som i vår kropp hafva sin motsvarighet i *blod- och lymfkärlssystemet* med hvad därtill hörer.

Men, torde helt säkert mången invända, huru kunna dessa celler betraktas såsom ens i någon mon själfständiga individer, då de ju icke kunna fortlefva lösta från sitt sammanhang med det stora hela? Denna invändning synes obestridligen vid första påseendet mycket svår att tillbakavisa, men en närmare granskning skall ådagalägga, att den ej är berättigad. Först och främst är det alla väl bekant, att hos många »kallblodiga» djur, t. ex. sköldpaddor, grodor, vissa fiskar o. s. v. icke blott enstaka celler utan äfven hela organ (t. ex. hjärtat) under en jämförelsevis lång tid kunna fortsätta lif och verksamhet skilda från den öfriga kroppen. Men äfven från de högre djuren och till och med från människan ega vi slående vittnesbörd om ett dylikt förhållande. Såsom sådana kunna anföras de försök, vid hvilka man, t. ex. på råttor, lyckats inläka, man skulle kunna säga ympa, ett stycke af svansen från ett djur på samma djurs eller på ett annat djurs (af samma art) rygg, samt, hvad människan angår, den numera ej så

sällan använda metoden att påskynda läkningen af envisa sår genom »transplantering» (öfverflyttning) d. v. s. inympandet på sårytan af lösgjorda, friska hudstycken — att förtiga flera andra dylika vittnesbörd, af hvilka vi under fortgången af vår framställning skola få tillfälle att anföra åtminstone ett. Och för öfrigt måste vi härvid noga fasthålla i minnet en sak. Hvarje lefvande varelse fordrar oundgängligen vissa yttre vilkor för sin tillvaro. Om de icke uppfyllas, är dess tillintetgörelse inom längre eller kortare tid säker. Så äro ju luft af en viss sammansättning, en temperatur, som ej får gå öfver eller under vissa gränser, en lämplig näring o. s. v. nödvändiga vilkor för att människokroppen i sin helhet skall kunna fortlefva och utföra sina mångahanda förrättningar. Vissa djur och växter kunna icke lefva annat än i vatten, somliga i färskt, andra blott i sådant, som innehåller en viss procent koksalt m. fl. salter o. s. v. Då nu förhållandet är sådant med varelser, om hvilkas fullständiga individualitet intet tvifvel kan uppstå, så bör det icke väcka förvåning, att de små väsen, hvilka bilda människokroppens undransvärdt invecklade statsorganism, äro något mera nogräknade. Så fordra de, bland annat, en viss temperatur (föga öfver och ej synnerligt mycket under + 37 ° C), och kunna ej lefva annat än badande i en vätska af en alldeles bestämd kemisk sammansättning. Kunde vi utanför den lefvande kroppen åstadkomma uppfyllandet af dessa och några andra vilkor, så skulle det säkerligen icke vara någon omöjlighet att hålla små, från det stora hela skilda delar af människokroppen vid lif, likaväl som det nu lyckas med ett frånskildt grod- eller sköldpaddshjärta.

Den vätska, som för våra små celler — de må nu heta muskelceller, nervceller, körtelceller eller hvad annat som hälst — är lika nödvändig som salt vatten för vissa fiskar, som en sockerhaltig vätska för jästsvampen, som ättika för ättiksålen o. s. v., måste på en viss myckenhet vatten inne-

hålla en viss myckenhet ägghvita, fett, salter, gaser — åtskilliga andra ämnen att förtiga. Ur denna vätska hemta cellerna den näring de behöfva för sin utveckling, ur henne hemtas ock materialet för de kemiska omsättningar, hvilka äro den hufvudsakliga källan till all deras kraft och verksamhetsförmåga. Denna vätska, som vi kunna benämna *väfnadssaften,* är dels insupen (imbiberad) i väfnadernas substans, som genom henne erhåller flera af sina vigtigaste fysikaliska egenskaper, dels är hon samlad i en otalig mängd

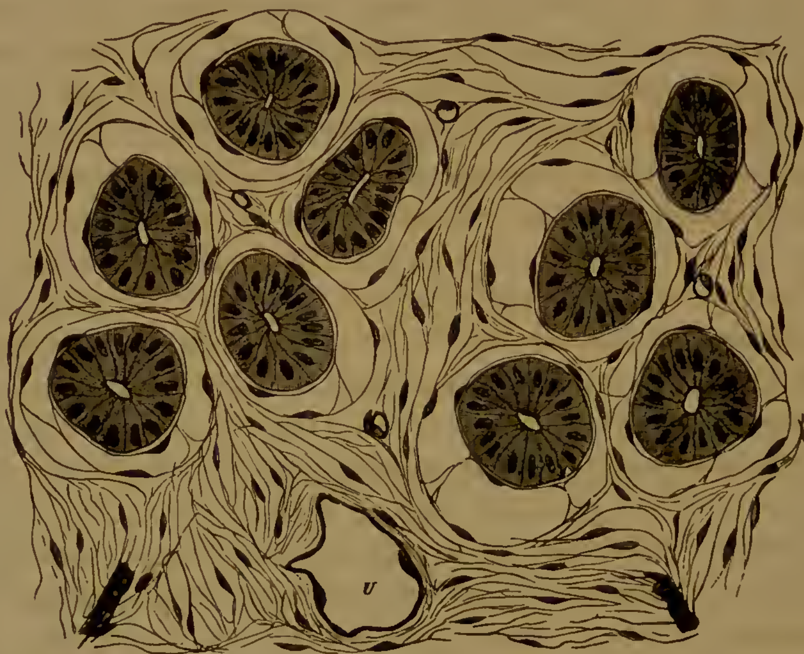


Bild 2. Tunt, parallelt med ytan fördt snitt af slemhinnan i en hunds magsäck, visande genomskärningar af dess rörformiga körtlar och de dem omgifvande *saftrummen* såsom ljusa rum af olika storlek och form mellan de tunna kärnförande bindväfshinnorna, hvilka här synas såsom mörkare linier. *v* genomskärning af en ven. Stark förstoring.

till form och storlek växlande rum eller klyftor mellan väfnadselementen (bild 2). I detta afseende är vår kropp att förlikna vid en ytterst porös svamp, öfveralt genomdränkt med vätska. Ja till och med så hårda bildningar som ben

och tänder äro rikligt genomdragna af kanaler och håligheter, hvilka äro fylda af väfnadssaft.

Då nu alla de små cellerna i de särskilda väfnaderna, så länge de lefva, äro i en oupphörlig, om än till styrka och art växlande verksamhet, så är klart, att om icke någon särskild inrättning funnes, skulle den vätska, af hvilken de äro omgifna, mycket snart undergå en sådan förändring, att deras tillvaro gjordes omöjlig. Å ena sidan kräfver nämligen äfven den ringaste verksamhet en viss förbrukning af material, som tages från vätskan, och å den andra bildas därvid äfven en större eller mindre mängd affall, som fyller det borttagnas plats. Följaktligen skulle inom kort väfnadssaften beröfvas alla sina för cellernas lif och verksamhet nödvändiga beståndsdelar och i dess ställe öfverlastas med deras afskräden — man skulle kunna säga deras exkrement — och cellernas död blefve en oundviklig följd. Att förekomma detta, att hålla väfnadernas klyftor eller saftrum i vederbörlig grad fylda af en väfnadssaft, som ständigt erbjuder den för de olika cellerna nödvändiga kemiska sammansättningen, utgör blodkärlssystemets vigtigaste uppgift.

För detta ändamål äro kroppens alla verkligt lefvande väfnader (således ej hår, naglar o. d.) genomdragna af en oräknelig mängd fina rör, hvilka hafva mycket tunna, men i hög grad elastiska väggar. Alt efter lifligheten af den verksamhet, som de olika väfnaderna utveckla, ligga dessa rör tätare eller glesare; de äro på mångfaldigt sätt förgrenade med i hvarandra inmynnande grenar, så att de bilda sammanhängande nätverk af olika form och täthet. Dessa rör benämnas, med anledning af deras finhet, *hårrörskärl (kapillarer)* och äro fylda med *blod* (bild 3).

Blodets stora betydelse för underhållandet af kroppens lif har i alla tider varit väl känd, och i Bibeln betecknas ju på flera ställen blodet till och med såsom det egentliga sätet för lifvet. Innan vi gå vidare, torde vi därför böra

i korthet skildra dess sammansättning och egenskaper. Det är lätt att genom egen iakttagelse skaffa sig kännedom därom, ty kapillarkärlen ligga så tätt, att hvarhälst man sticker sig (med en nål), kan man alltid erhålla åtminstone några droppar af den dyrbara vätskan. Hon är, såsom alla veta, till färgen röd, tyngre än vatten, något simmig och klibbande samt nästan ogenomskinlig. Färgens skiftning är växlande, beroende på omständigheter, för hvilka i det följande skall redogöras. Ogenomskinligheten härrör, såsom den mikroskopiska undersökningen

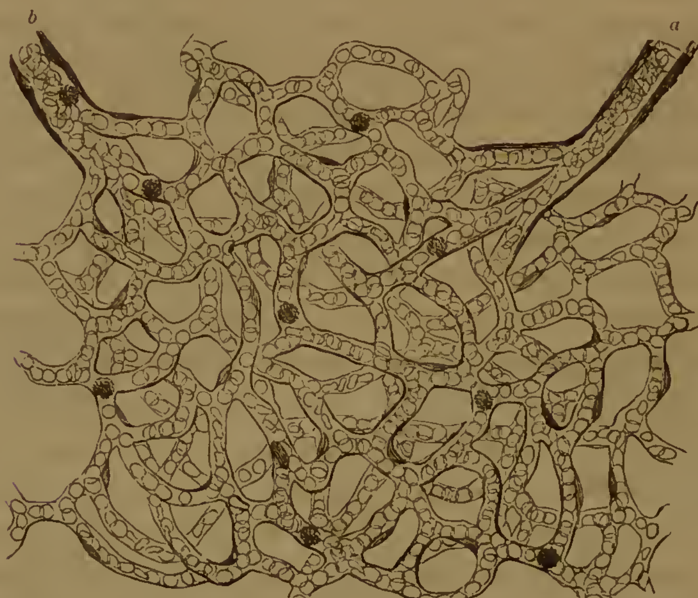


Bild 3. *Nätverk af hårrörskärl*, mycket förstoradt; man ser däri de talrika röda blodkropparna såsom små ljusa kakor och de fåtaliga hvita blodkropparna såsom mörkkorniga, något större kulor. *a* i detta kapillarnät inmynnande artèr; *b* ur det samma utmynnande ven.

genast visar, däraf, att i den klara vätskan är uppslammad en otalig mängd små, fastare partiklar, kallade *blodkroppar*, hvilka ock innehålla det för blodet egendomliga, röda färgämnet. Den klara vätskan kallas blodets *plasma* och är svagt gulaktig till färgen. Blodkropparna äro något tyngre än plasmat och sjunka således småningom däri,

men så långsamt, att blodet under vanliga förhållanden, innan detta till någon nämnvärd grad skett, redan undergått en mycket märkvärdig förändring. Det har nämligen »löpnat» eller »lefrat sig» (koagulerat), såsom man säger — en förändring, som vanligen inträder inom 5—10 minuter, efter det blodet lemnat kroppen. Man finner då, om blodet uppfångats t. ex. i en kopp, att det samma icke mera är flytande, utan bildar en sammanhängande, geléartad massa, så att man kan vända om koppen, utan att dess innehåll rinner ut. Lemnas det sålunda stelnade (koagulerade) blodet åt sig själf, så undergår det småningom ännu en annan förändring. Geléet drager sig nämligen tillsamman, krymper ihop och pressar därvid ur sig en klar vätska. Blodet har då skilt sig i två olika delar, »blodkakan», som har blodets röda färg, och »blodvattnet» *(serum)*. Blodkakan, som troget, ehuru naturligtvis i förminskad skala, återgifver koppens form, innehåller blodkropparna samt det ämne, hvars stelnande bildar geléet, och blodvattnet motsvarar fullkomligt blodplasmat — så när som på detta ämne. Om man, i stället för att lemna blodet i ro, alt efter som det utflyter från kroppen, piskar det med en visp eller dylikt, så förekommes såsom bekant blodets stelnande, och detta konstgrepp användes alltid, då man uppsamlar blod t. ex. för hushållsbehof. Men man finner då, att på vispen afsatt sig ett ämne i form af mjuka, hvita trådar eller tanor. Det är just detta ämne, som i det orörda blodet framkallar stelnandet; man benämner det *trådämne* eller *fibrin*.

Denna egendomliga förändring, som det från kroppen skilda blodet undergår, har trots de grundligaste undersökningar ännu icke blifvit till fullo utredd. Så mycket vet man emellertid, att fibrinet icke finnes i det oförändrade blodet, sådant det flyter i kroppens ådror, och att blodkropparnas närvaro icke är alldeles nödvändig för fibrinets daning. Likaledes har man öfvertygat sig om, att orsa-

ken till blodets koagulation icke kan vara den lägre temperatur, för hvilken blodet utanför kroppen blir utsatt, ty en mycket låg temperatur förhindrar tvärt om denna förändring, och den försiggår snabbast just vid den värmegrad, som motsvarar kroppens. Slutligen har man funnit, att åtskilliga ämnen — flera alkaliska och neutrala salter, socker m. m. — i tillräcklig myckenhet tillsatta till det utflytande blodet, besitta egenskapen att förhindra dess stelnande.

Fibrinet är till kemisk sammansättning mycket nära beslägtadt med de i blodets plasma förekommande ägghviteämnena, och då det, såsom redan blifvit nämdt, icke finnes förutbildadt i det normala blodet, kunna vi endast tänka oss det uppkommet genom en kemisk förändring af något eller några bland dessa. Men hvad är det då, som vållar denna förändring? De senaste undersökningarna synas i detta hänseende hafva satt det utom alt tvifvel, att orsaken är att söka i närvaron uti det från kroppen utgjutna blodet af ett ämne, som vid denna process spelar rollen af ett *ferment* (jäsningsämne), verkande ungefär på samma sätt som »löpet» vid mjölks »ystning», hvarvid det förut lösliga och i mjölken upplösta ostämnet förvandlas till olösligt och utfaller såsom en fast kropp.

Hvad som med afseende på blodets koagulation är det märkvärdigaste, är utan tvifvel det förhållandet, att denna förändring aldrig inträffar inom blodkärlen i den friska, lefvande kroppens ådror, så länge blodet däri fritt cirkulerar. Den sannolikaste förklaringen af detta underliga förhållande är den, att så länge blodet är i vederbörlig rörelse i friska blodkärl, det nämnda fermentet icke får tillfälle att hopa sig i tillräcklig myckenhet, utan förstöres, alt efter som det bildas. Vid vissa sjukliga tillstånd i blodkärlens väggar inträder likväl ej sällan, äfven under lifvet, koagulering af blodet till större eller mindre utsträckning, såsom vid »blodproppbildning» (thrombos), och det är lätt

insedt, att en sådan tillstöt kan vara mycket skadlig för hälsa och lif. Men om således, i vissa undantagsfall, denna blodets märkvärdiga egenskap att koagulera kan blifva till den största fara för organismen, så möjliggör den däremot i andra, vida oftare förekommande fall dess räddning. Utan denna egenskap hos blodet skulle snart sagdt hvarje blödning blifva ovilkorligt dödande. Nu bildar i dess ställe blodet självt, just genom sitt stelnande, en plugg, som tilltäpper hålet i det öppnade blodkärlet, så vida det ej är altför stort eller blodets påträngande altför våldsamt. Men äfven i sådana fall, där läkaren måste mellankomma, är det likväl blodets stelnande, som utgör det väsentliga blodstämningsmedlet; det blott understödjes genom blodkärlets ombindning, hvilket endast är en tillfällig åtgärd, afsedd att gifva det i den tillbundna kärlstumpen stillastående blodet tid att vederbörligen stelna.

Om blodet blifvit vispadt och dess stelnande därigenom förhindradt, hafva blodkropparna, hvilka, såsom ofvan nämndes, äro tyngre än blodvattnet, tillfälle att sjunka till bottnen af den kopp, i hvilken blodet uppsamlats. Den klara vätska, blodvatten (serum), ur hvilken de på detta sätt afsätta sig, skiljer sig i intet från det, som vid blodets koagulering utpressas ur blodkakan.

Blodvattnet innehåller utom vatten, som utgör omkr. 90 procent däraf, en stor mängd ämnen. Vigtigast så till myckenhet som till fysiologisk betydelse äro *ägghviteämnena* och främst bland dem *serumägghvitan,* hvilken till sina egenskaper öfverensstämmer med den väl bekanta hönsägghvitan. Det är ock hon, som förorsakar, att blodvattnet vid upphettning stelnar, likasom vanlig hönsägghvita, då ett ägg hårdkokas. Därjämte innehåller blodvattnet åtskilliga salter, hufvudsakligast föreningar af natrium med klor (vanligt koksalt), kolsyra och fosforsyra samt mindre kvantiteter fett, socker och en hel hop andra ämnen, såsom mjölksyra, urinämne m. fl., samt gaser (i främsta rummet kolsyra).

Af denna korta öfversigt kunna vi se, att blodvattnets och således äfven blodplasmats sammansättning är ytterligt invecklad, och sedan vi i det följande lärt känna den roll, denna vätska spelar inom organismen, skola vi ock lätteligen inse, att dess sammansättning måste vara ej obetydligt olika, såväl under olika tidsmoment, som äfven i olika delar af kroppen.

Det återstår oss nu att taga i betraktande blodkropparna — blodets kanske vigtigaste beståndsdelar. Åtminstone är det de, som rättfärdiga påståendet, om icke alldeles att »kroppens lif är i dess blod», såsom det heter i Bibeln, så likväl att blodet har lif, d. v. s. är en »lefvande» vätska. Det har redan ofvan blifvit nämdt, att blodet har de däri simmande kropparna att tacka för sin röda färg. Vi böra likväl därvid genast göra den inskränkningen, att icke alla blodkropparna bidraga till denna färg, ty det finnes äfven ett annat slag blodkroppar, hvilka äro hvita eller rättare ofärgade. De röda blodkropparna äro så talrika, att uti en kubiklinie blod finnas ungefär 135 millioner sådana (5 millioner på en kub.-millim.); på en kubiklinie räknar man blott ungefär 378000 hvita. Dock växlar detta relativa antal icke obetydligt, såväl under olika fullt normala fysiologiska tillstånd som i synnerhet under sjukdomar, vid hvilka de hvita blodkropparnas såväl relativa som absoluta mängd ej sällan kan vara mycket förökad.

De röda blodkropparna (bild 4), likna till formen runda skifvor, hvilkas sidoytor äro i midten intrykta (bikonkava linser). De äro helt små, ty deras tvärmått är i allmänhet icke mera än ungefär 7—8 tusendelar ($^1/_{125}$) af en millimeter, d. v. s. man måste lägga omkring 400 stycken kant i kant bredvid hvarandra för att fylla en längd af 1 decimallinie! Till sammanhanget äro de ganska mjuka, nästan såsom gelé, men tillika mycket elastiska, så att de efter sammantryckning eller böjning fullständigt återtaga sin ursprungliga form. De hafva dess utom en mycket stor benägenhet att,

om blodet lemnas i hvila, lägga sig med sina flata sidor mot hvarandra och på sådant sätt bilda långa rader, närmast liknande dukatrullar. Hos den fullvuxna menniskan synas de vid undersökning med mikroskopet fullkomligt homogena, men under det tidigare fosterlifvet samt hos de lägre ryggradsdjuren, t. ex. hos grodor, innesluta de en kärne.

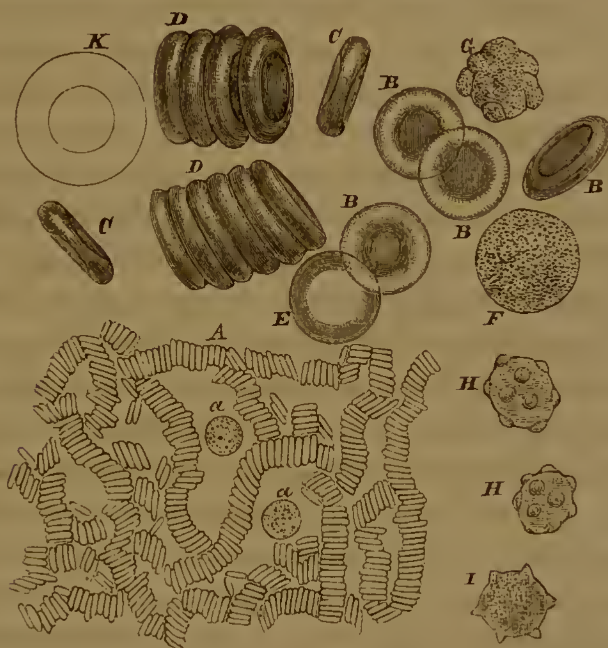


Bild 4. *Röda och hvita blodkroppar förstorade.*

A Vid måttlig förstoring. De röda blodkropparna synas ligga i rader, liknande myntrullar; vid *a* och *a* synas två hvita blodkroppar. *B* Röda blodkroppar mycket starkare förstorade, sedda från ytan; *C* dylika sedda från kant; *D* dylika i rader, ännu något starkare förstorade; *E* en röd blodkropp uppsväld till klotform genom behandling med vatten; *F* en hvit blodkropp, förstorad såsom *B*; *G* en dylik som utskjutit trubbiga utskott; *K* en dylik behandlad med ättiksyra och visande en kärne (förstorad såsom *D*). *H* röd blodkropp, skrumpnad och försedd med små knölar öfver hela ytan; *I* med sådana endast vid kanten.

Dessa små celler — såsom sådana måste vi nämligen betrakta dem — hafva en ytterst invecklad kemisk sammansättning, som motsvaras af en mycket märkvärdig fysiologisk verksamhet. Deras vigtigaste beståndsdel utgöres af det röda färgämnet — ett järnhaltigt ägghviteämne —

hvilket erhållit benämningen *hämoglobin*. Dess utom innehålla de andra ägghviteämnen samt fett och salter, i hvilkas sammansättning kalium och fosforsyra ingå såsom väsentliga beståndsdelar. Föreningen mellan hämoglobinet och blodkropparnas öfriga beståndsdelar är af en mycket lös beskaffenhet, ty genom allahanda inverkningar skiljas de ganska lätt från hvarandra utan att i öfrigt väsentligt förändras. Så verka bland annat upprepad frysning och upptining af blod, starka elektriska slag samt blodets utspädning med vatten. Detta sistnämnda är orsaken, hvarför blod, som utspädes med vatten, får en så mörk färg. Vid denna behandling upplöses nämligen hämoglobinet af vattnet, och blodkropparnas öfriga beståndsdelar kvarstanna såsom uppsvälda, ofärgade, nästan fullkomligt genomskinliga kulor. I detta tillstånd hafva de icke samma förmåga som förut att återkasta på dem fallande ljusstrålar, och blodet synes därför vid påfallande ljus mörkt. Håller man då ett icke altför tjokt lager af det så förändrade blodet mot dagern d. v. s. betraktar det med genomfallande ljus, skall man finna, att det från att vara ogenomskinligt förvandlats till en klar, d. v. s. genomskinlig vätska. Denna blodets färgförändring vid utspädning med vatten förklarar den öfverdrift, till hvilken man icke sällan gör sig skyldig, då man vill försöka skildra, huru mycket en person blödt t. ex. vid näsblod eller dylikt. I de flesta fall uppfångas det flytande blodet i ett kärl, som antingen förut innehåller vatten, eller ock ditblandas stora kvantiteter sådant vid tvättning, baddning o. s. v. Man glömmer då vattnets närvaro, låter bedraga sig af vätskans mörka, intensiva färg och talar om, huruledes en person förlorat kvarterstals med blod, då hela förlusten kanske inskränkt sig till några få skedblad.

En alldeles motsatt inverkan på blodets utseende utöfva koncentrerade lösningar af salt, socker och dylika ämnen. De göra blodet ännu mera ogenomskinligt än förut,

men gifva det på samma gång en mycket mera lysande färg vid påfallande ljus. Förklaringen är lätt. Vid beröringen med den koncentrerade lösningen förlora blodkropparna en del af det vatten, som är inbiberadt i deras substans, de skrumpna därför ihop, deras sidoytor blifva mera konkava och det färgämne, de innehålla, blir mera förtätadt. I detta skick kunna de i ännu högre grad än förut återkasta på dem fallande ljusstrålar; blodets färg måste därför blifva bjärtare, ljusstarkare.

Den märkvärdigaste egenskapen hos hämoglobinet är dess starka frändskap till *syre* — en egenskap, som detta ämne besitter i lika hög grad, antingen det, såsom i oförändradt blod, är bundet vid blodkropparna eller är upplöst i vatten. Skakas blod eller en lösning af hämoglobin med luft, så drager det därur till sig syre, och vätskans färg öfvergår samtidigt från mörkröd till klart ljusröd. Detta är ock orsaken därtill, att blodkakan i sina yttersta, för luften utsatta lager har en ljusröd färg, men däremot i sitt inre är djupt svartröd. Att en kemisk förening härvid eger rum, bevisas bland annat däraf, att sådant hämoglobin, som upptagit syre, altså »syrsatt hämoglobin» eller, såsom det ock plägar benämnas, »oxyhämoglobin» vid undersökning med spektralapparat* visar ett olika utseende än det syre-

* Medelst spektralapparaten (spektroskopet) undersökes såsom bekant olika ämnens inverkan på ljuset. Då fråga är om färgade vätskor, låter man vanligt ljus först genomgå ett lager af vätskan, innan det i själfva apparatens glasprisma brytes till den bekanta regnbågfärgade bilden (spektrum). Olika färgade vätskor utmärka sig nu därigenom, att de i olika delar af denna bild framkalla ett eller flera mörka streck eller band, hvilket beror därpå, att bland de olika färgade strålar, som sammansätta det hvita ljuset, vissa blifvit af vätskan upptagna eller såsom man säger »absorberade» och i följd däraf utestängts från prismat. I deras ställe företer spektrum därför ljustomma, d. v. s. svarta afbrott i form af band. Det syrefria hämoglobinet igenkännes därpå, att det i den gula delen af spektrum framkallar *ett* sådant absorptionsband. Skakas hämoglobinlösningen därefter med luft eller syrgas, så försvinner

fria (»reducerade»). Emellertid är denna förening ganska lös, så att de röda blodcellerna med lätthet åter afgifva sitt syre vid beröring med andra ämnen, som till detta hafva starkare frändskap. Det är i följd af nu beskrifna egenskap hos hämoglobinet, att ur luften med stor begärlighet upptaga syre och med lätthet åter lemna det samma till andra ämnen, som de röda blodcellerna kunna uppfylla sin vigtiga uppgift att vara kringbärare af detta för lifvets bestånd så oundgängliga ämne till kroppens alla delar. Ännu starkare frändskap än till syre har hämoglobinet till *koloxid* — den gas, som gör kol-os så olycksbringande. Kommer någon betydligare myckenhet af denna gas i beröring med blodet, så utdrifves i följd häraf syret ur dess förening med blodkropparnas hämoglobin, och koloxiden intager dess plats. Den förening mellan hämoglobin och koloxid, som då uppstår, är olyckligtvis ganska fast, blodkropparna blifva därför, om de mättats med koloxid, fullkomligt oförmögna att upptaga syre eller med andra ord att fullgöra sitt nyssnämnda vigtiga kall, och organismens död inträder såsom en oundviklig följd. Med spektroskopets hjälp kan då dödsorsaken konstateras, ty äfven »koloxidhämoglobinet» röjer sin närvaro genom en karakteristisk inverkan på spektralbilden.

De *hvita* eller *ofärgade blodkropparna* (se bild 4) förekomma, såsom redan blifvit nämdt, under normala förhållanden i mycket mindre antal än de röda, så att bland tusental af de senare endast några få hvita kunna räknas. Deras form. egenskaper och fysiologiska betydelse är ock helt olika. De äro, sådana de vanligen visa sig vid undersökning. klotrunda, något större än de röda (i tvärmått omkring $^1/_{10}$

---

detta mörka band, men i dess ställe uppträda *tränne* nya. ett på hvardera sidan om den plats det förra intog. Denna företeelse är så karakteristisk, att den kan användas såsom ett af de allra känsligaste igenkänningstecken på hämoglobin och därmed naturligtvis äfven på blod (såsom vid rättsmedicinsk undersökning af misstänkta fläckar).

millimeter) och bestå af en halffast, kornig massa, inneslutande en kärne. Den korniga massan liknar fullkomligt det ämne, hvaraf alla celler i början af sin tillvaro bestå; man benämner detta ämne, som är kväfvehaltigt och har en mycket invecklad kemisk sammansättning, *protoplasma*. Den runda formen är icke den enda, som de hvita blodcellerna kunna antaga, tvärt om ega de i hög grad förmågan att förändra sin kroppsform — de kunna således röra sig — men för att man därom skall kunna öfvertyga sig, är det nödvändigt, att de vid den mikroskopiska undersökningen befinna sig under sådana förhållanden, som äro för dem naturliga. De måste därför under mikroskopet hållas i blod-serum vid en temperatur af omkring 37° C.; i annat fall dö de snart, draga sig tillsamman och antaga då den klotrunda formen. Hvad deras fysiologiska betydelse beträffar, är det i hög grad sannolikt, att de förr eller senare utvecklas till röda blodceller och således hafva till uppgift att rekrytera dessa, alt efter som de blifva utlefvade, dö bort och måste ersättas.

Af hvad nu blifvit anfördt om blodet inses lätt sanningen af uttrycket, att blodet är lefvande. Det är så på samma sätt som hvarje annan af kroppens lefvande väfnader. Och blodet har full rätt att betraktas såsom en väfnad. Det består ju af en ofantlig mängd för det samma egendomliga celler, som lefva och verka efter sin art — att »mellansubstansen» är flytande utgör icke någon väsentlig åtskilnad från de andra väfnaderna.

Vi återvända nu till kapillarkärlen. Deras uppgift är, såsom vi hafva sett (sid. 11) »att hålla väfnadernas klyftor eller saftrum i vederbörlig grad fylda af en väfnadssaft, som ständigt erbjuder den för de olika cellerna nödvändiga kemiska sammansättningen». Det är denna saftrummens fyllnad, som i väsentlig mon ger kroppens särskilda delar den rundning, fyllighet och den egendomliga elasticitet, hvilken utmärker det friska tillståndet. Äro de för litet

fylda, så sjunker kroppen tillsamman och visar då det ohyggliga, förtorkade utseende, som utgör ett så hemskt och karakteristiskt drag vid många tärande sjukdomar, kanske mest utprägladt vid utbildad asiatisk kolera, där detta tillstånd kan inträda inom mycket kort tid, hvarigenom det då naturligtvis blir så mycket mera i ögonen fallande. Äro saftrummen åter för mycket utspända af väfnadssaft, så uppstår det pussiga utseende och den degighet för känseln, som äro så betecknande för vattusot, vare sig att hela kroppen eller någon del af den samma är därmed behäftad.

För att kunna hålla saftrummen vid vederbörlig fyllnadsgrad måste kapillarkärlen tydligen vara genomträngliga åtminstone för vätskor, ty vore deras väggar så täta och ogenomträngliga som väggarna på t. ex. ett kautschuksrör, skulle tydligen intet utbyte mellan kapillarkärlens innehåll och väfnadssaften, intet inflytande af det förra på den senare kunna ega rum. Kapillarkärlens vägg liknar i detta fall åtskilliga hinnor af animaliskt ursprung, som vi i det dagliga lifvet använda, t. ex. oxblåsa, guldslagarhinna o. s. v. Guldslagarhinnan kallas nog i dagligt tal för tät och hon är det också i tort tillstånd, men våt, d. v. s. imbiberad med vatten, släpper hon vätskor igenom sig. För att detta i någon nämnvärd grad skall ega rum måste likväl ett jämförelsevis betydligt tryck användas. Låtom oss förtydliga detta genom ett försök. Om man tillbinder den nedre änden af ett vidt, i lodrät ställning hållet glasrör med guldslagarhinna, kan röret till betydlig höjd fyllas med vatten utan att en droppe tränger ut genom den nämnda hinnan. Om man nu använder ett starkt tryck, antingen på det sätt, att man begagnar ett mycket långt rör, så att den inneslutna vätskepelaren blir mycket hög, eller ock så, att man sammantrycker den ofvanför vätskan befintliga luften, skall man finna, att droppe efter droppe sipprar ut genom hinnan. Hela denna tillställning arbetar då på samma sätt som en tratt, i hvilken man lagt läskpapper — en s. k.

filtrerapparat. Vätskan silas eller »filtreras», såsom det på konstspråket heter, genom guldslagarhinnan. Då vätskans utsipprande vid ett sådant försök har stort tycke med svettperlornas utsipprande vid stark transspiration, benämnes också detta förlopp i fysiologien ofta *transsudation* (eg. genomsvettning, af *sudor*, svett), hvarmed man då vill beteckna en vätskas utpressande genom en hinna i följd af ett på vätskan utöfvadt betydligare tryck. Orsaken hvarför man vanligen icke använder det annars brukliga uttrycket filtration eller silning, är den, att vid transsudationen den genomgående vätskan till sin sammansättning i ganska betydlig grad kan skilja sig från den inneslutna. Hinnor sådana som oxblåsa, guldslagarhinna o. d. förhålla sig nämligen icke lika genomsläppande mot alla ämnen, och om då den inneslutna vätskan innehåller upplösta flera olika beståndsdelar, är det tydligt, att det utsvettade (»transsudatet») måste få en annan relativ sammansättning, ifall mera af det ena ämnet blifvit genomsläpt än af det andra. Lättast går — bland ämnen som här kunna komma i fråga — vatten igenom, ganska lätt äfven de flesta salter och sockerarter, men mycket trögt däremot sådana ämnen som gummi, lim och ägghvita. Utgör nu den inneslutna vätskan en lösning i vatten af ägghvita, socker och salter, så kommer följaktligen det, som genomgått hinnan, att innehålla jämförelsevis mera vatten, socker och salt, men betydligt mindre ägghvita än den ursprungliga blandningen.

Vid det nyss beskrifna försöket tänkte vi oss den genomsläppande hinnan på ena sidan i beröring med en vätska under starkt tryck och på den andra med luften. Väsentligen enahanda blir förhållandet, om hinnan äfven på andra sidan begränsas af en vätska. Så snart nämligen en skilnad i tryck förefinnes mellan de båda vätskorna på ömse sidor om hinnan, kommer alltid en ström att genom hinnan ega rum från den sida, där det större trycket råder.

Samma egenskaper med afseende på vätskors genomsläppande, som vi lärt känna hos guldslagarhinnan, besitta nu äfven kapillarkärlens väggar, men utan tvifvel i ojämförligt mycket högre grad. Det är därför lätt att inse, att dessa kärl just i följd däraf verkligen kunna besörja saftrummens hållande i fyldt tillstånd, förutsatt nämligen att den inom kapillarkärlen inneslutna vätskan står under ett betydligt tryck. Att så verkligen är förhållandet, och huru det åstadkommes, skola vi i det följande lära känna.

Innan vi gå vidare, måste vi taga i betraktande ännu en annan egenskap hos sådana hinnor, som de i fråga varande — en egenskap, som är af utomordentlig vigt för möjligheten af utbytet mellan blodet och väfnadssaften. Det är af hvad nyss nämndes tydligt, att i följd af kapillarkärlens genomsläppande förmåga, den vätska, som befinner sig i saftrummen, förutsatt att den icke genom särskilda inrättningar oupphörligt bortskaffas, småningom skall komma att stå under samma tryck, som kapillarkärlens eget innehåll. Låtom oss nu tänka oss, att ett sådant tillstånd inträdt. Någon transsudation från kapillarkärlen till saftrummen kan då tydligen icke mera ega rum, efter som för en sådan ovilkorligt fordras en nämnvärd skilnad i tryck mellan kapillarkärlens och saftrummens innehåll. Är då alt utbyte mellan de båda vätskorna (blodet på ena sidan och väfnadssaften på den andra) i sådant fall omöjligt? Långt därifrån! Det är först nu som ett verkligt »utbyte» i detta ords rätta betydelse kan inträda. I det nyss betraktade fallet var det kapillarkärlen, som afgåfvo en del af sitt flytande innehåll åt saftrummen, men det talades intet om, att de skulle erhålla någon ersättning från dessa senare, och ett utbyte förutsätter ju ömsesidighet.

För att lära känna den nu i fråga varande egenskapen hos kapillarkärlens vägg kunna vi åter använda ett enkelt försök med guldslagarhinna. Vi taga ett glasrör t. ex. af $^1/_2$ tums diameter, tillbinda dess nedre ände, alldeles så som

i det förra försöket, med i vatten uppmjukad guldslagarhinna, fylla röret till ett par tums höjd med en koncentrerad lösning af vanligt koksalt och nedsänka därefter röret i ett kärl med rent vatten under iakttagande af att vätskan står lika högt utom och inom röret. Under sådant förhållande råder tydligen inom röret samma tryck som utanför det; någon tryckskilnad finnes således icke. Lemna vi nu vår lilla tillställning i ro, skola vi efter någon tids förlopp finna, att vätskan inom röret ökat sig, så att dess nivå nu står betydligt högre än det omgifvande vattnets. Vatten har således utifrån inträngt i röret genom hinnan och detta tydligen med en viss ej obetydlig kraft, ty trycket är nu på hinnans inre sida så mycket större än utanför, som vätskan i röret står högre än i det yttre kärlet. Men ej nog därmed. Undersöka vi nogare de båda vätskorna, så skola vi tillika finna, att de, om försöket fortsatts tillräckligt länge, båda innehålla, i förhållande till sin myckenhet, lika mycket koksalt. Från den i röret inneslutna saltlösningen ha således en mängd saltpartiklar genom hinnan vandrat ut till det utanför varande vattnet, men en ännu större mängd vattenpartiklar hafva gått motsatt väg. Det är denna märkvärdiga företeelse, som man benämnt *osmós;* vattnets inträngande i röret har man kallat *endosmós* (insugning) och saltets utträdande *exosmós* (eg. utsugning). Vi se således, att vätskor af olika sammansättning, som befinna sig på ömse sidor om en hinna af sådan beskaffenhet som organiska hinnor i allmänhet ega, småningom utbyta sina beståndsdelar med hvarandra tvärt igenom hinnan, men detta icke likformigt, utan så, att för hvarje vigtsdel af det ena ämnet en olika vigtsdel af det andra ämnet tages i utbyte. Om vi inskränka oss till sådana vätskor, som i den lefvande kroppen kunna komma i fråga, kunna vi förlikna hela detta förlopp vid en byteshandel, där vattnet i allmänhet har det minsta värdet. För hvarje vigtsdel salt, som öfvergår från den ena vätskan till

den andra, måste denna senare likasom betala vissa vigtsdelar vatten. Ur denna synpunkt betraktade äro nu de flesta för organismen vigtiga salter, socker, urinämne o. d. jämförelsevis billiga ämnen. De vandra lätt igenom den afstängande hinnan och fordra i utbyte endast måttliga kvantiteter vatten. Sådana ämnen däremot som gummi, lim och ägghvita betinga ett mycket högt pris, de gå endast med svårighet igenom och måste betalas med jämförelsevis ofantligt stora vattenkvantiteter.

Hårrörskärlens väggar äro nu så beskaffade, att utbytet genom dem mellan blodet och väfnadssaften måste försiggå med stor lifligbet, men det är då också klart att, om icke ännu ett vilkor uppfyldes, de små cellernas ställning föga skulle förbättras genom dessa kärls närvaro. Inom kort tid skulle ju också blodet just genom detta lifliga utbyte blifva öfverlastadt med det affall, som uppstår vid cellernas lifsverksamhet — alt nog blodet och väfnadssaften skulle snart få alldeles lika sammansättning och båda blifva lika odugliga för väfnadselementens underhåll. Häraf uppstår nu nödvändigheten, att inrättningar finnas, genom hvilka dels de skadliga eller obrukbara ämnen, som utgöra affallet vid den organiska verksamheten, bortskaffas från, dels ock nytt material för väfnadselementens lif och arbete tillföres till blodet, samt att, då dessa inrättningar måste vara förlagda på olika, ofta långt från hvarandra belägna ställen i kroppen, blodet hålles i en ständig strömning. Blott härigenom kan införseln till kroppen af nödvändiga och utförseln af öfverflödiga eller obrukbara ämnen komma hela samhället till godo. Lifvet tillåter intet stillastående, och uttrycket att kroppens lif är i dess blod har i självfva verket en djup sinnebildlig betydelse, ty i ingen kroppens väfnad är rörelsen lifligare, beständigare och mera i ögonen fallande än just i blodet.

Om kapillarkärlens tillvaro kan man på lefvande människor eller högre ryggradsdjur endast undantagsvis öfver-

tyga sig genom omedelbar iakttagelse, följaktligen icke häller om blodets strömning i dessa kärl. Däremot möter sådant ingen svårighet hos åtskilliga lägre ryggradsdjur t. ex. hos en groda. För detta ändamål behöfver man endast utspänna den simhinna, som finnes mellan tårna på grodans



Bild 5. *A*: Simhinnan mellan två tår (*a* och *b*) af en grodas bakfot svagt förstorad; *B*: Ett stycke af samma hinna, starkare förstoradt; *a*, *b* vener; *d* hårrörskärl.

bakfötter, öfver mikroskopets s. k. objektbord, ty denna simhinna är tillräckligt tunn och genomskinlig för att tillåta användning af äfven en ganska betydlig förstoring. Man har då för ögonen ett skådespel af den mest fängslande art — det är såsom en inblick midt in i lifvets verkstad (bild 5).

Öfveralt genomdrages synfältet af kanaler, kapillarkärl, hvilkas väggar, i följd af deras tunnhet och genomskinlighet, endast genom det noggrannaste aktgifvande kunna skönjas, och inom dem framilar med outtröttlig liflighet en ström af blodkroppar, hvilka hos grodan äro mycket större än hos människan och därför så mycket tydligare. De trängas efter hvarandra, tydligen jagade af en pådrifvande kraft. Stundom ser man en hänga upp sig på den inskjutande vinkeln, där ett kapillarkärl grenar sig. Sedan han en stund balanserat och af strömmens kraft blifvit böjd likasom i två hälfter, tager endera sidan öfvervigten, och plötsligt rusar han å nyo åstad förenande sig med sina kamrater. Ger man nu noga akt på dessa många, vid första påseendet så regellöst framskyndande rännilar, finner man snart, att de här och där samla sig i några gröfre stammar och dessa åter till en eller flera ännu gröfre, där flera blodkroppar få rum att rusa fram i bredd med hvarandra, under det att i de finaste kapillarkärlen endast en i sänder, och detta ofta icke utan hopklämning, kunde komma fram.

De gröfre stammar, i hvilka kapillarkärlen på detta sätt sammanlöpa, och hvilka i grodfoten taga sitt lopp längs efter själfva tån upp mot foten, benämner man *blodådror* eller *vener*. Det återstår nu att taga reda på, hvarifrån denna utan uppehåll framilande ström tager sitt ursprung. Man märker då snart, i grannskapet af de nämnda venerna och löpande parallelt med dem, andra rör, icke så vida som venerna, men med tjockare väggar, i hvilka rör en ström flyter i motsatt riktning, d. v. s. nedåt tåspetsarna. Från dessa rör utsändas grenar, och dessa upplösa sig slutligen i det nätverk, som bildas af kapillarkärlen. De nu i fråga varande rören utmärka sig, utom genom sina tjockare väggar, i ännu högre grad genom beskaffenheten af den ström, som genomilar dem. Den är först och främst mycket hastigare och så hastig, att man knappast hinner urskilja de särskilda blodkropparna från hvarandra. Dess utom

faller det genast i ögonen, att den icke är jämnt fortlöpande, utan stötvis påskyndad, »pulserande». Alt efter som dessa rör upplösa sig i kapillarkärlens nät, försvinner småningom det stötvisa i rörelsen, som därefter blir jämn och aftager i hastighet uti kapillarkärlen för att åter något tilltaga i venerna. De kärl, som föra blodet till det betraktade området, och i hvilka strömmen företer det stötvisa påskyndandet, kallar man just med anledning af sistnämnda egenhet *pulsådror* eller *arterer*.

Då blodets plasma är fullkomligt genomskinligt, kunna vi naturligtvis icke se dess rörelse, men vi sluta därtill af blodkropparnas och hafva därvid hittills endast fäst oss vid de röda, hvilka hos grodan, likasom hos människan, bilda det långt öfvervägande flertalet. De hvita blodkropparnas färg, eller rättare färglöshet, gör dem också långt mindre märkbara. Taga vi emellertid noga i betraktande ett kärl, där strömmens häftighet något saktat sig, så finna vi dem lätt, ty de hålla sig alltid litet skilda från det öfriga sällskapet. Under det nämligen de röda lustigt tumla fram midt i strömfåran, där farten är som starkast, ser man de hvita mera makligt rulla eller glida fram utmed kärlets vägg, för hvilken de tyckas hafva en särskild förkärlek. Möter något hinder, såsom vid ett hörn, blifva de gärna en stund fastsittande och visa i allmänhet en stor benägenhet att blifva efter. Vi skola i det följande vid tillfälle se, att detta deras beteende ej är utan afsigt.

Kunde vi på samma sätt, med mikroskopets tillhjälp, mönstra hvarje del af den lefvande människokroppen, säkert skulle då öfveralt samma skådespel framställa sig för våra blickar. Enda skilnaden skulle vara, att blodkropparna vore betydligt mindre, kapillarkärlen finare och på de flesta ställen tätare samt blodströmmen ännu hastigare än hos det kallblodiga amfibiet. I själfva verket kunna vi föreställa oss hela människokroppen sammansatt af sådana små kapillarkärlsområden, hvarje matadt af sin lilla puls-

åder och tömmande sig genom en eller flera blodådror — områden, som visserligen icke alltid äro fullkomligt afstängda från hvarandra, men dock i allmänhet ganska afslutna och självständiga, så att förändringar, rubbningar, kunna inträffa i ett, utan att de närgränsande nödvändigt behöfva deltaga däri.

Alla dessa oräkneliga små kapillarkärlsområden bilda tvänne stora, från hvarandra alldeles skilda grupper, af hvilka den ena innefattar lungornas kapillarkärl, och den andra hela den öfriga kroppens. Hålla vi oss nu först till de sist nämnda, så finna vi, om vi följa deras pulsådror tillbaka, d. v. s. *mot* den riktning, i hvilken blodet strömmar, att de alla förena sig till större stammar, hvilka slutligen sammanlöpa till en enda, den »stora kroppspulsådern», *aorta,* som tager sitt ursprung inom bröstkorgen (se titeltaflan, bild 1). Följa vi i stället venerna, som bortföra blodet från kapillarkärlen, så komma vi äfven då till gröfre och gröfre stammar och slutligen finna vi, att alt det från hela kroppen (med undantag af lungorna) återvändande blodet samlar sig i två hufvudstammar — den *öfre* och *nedre hålvenen,* hvilka sluta inom bröstkorgen*. De pulsådror, som mata lungornas kapillarkärlsområden, utspringa alla från en gemensam stam, *lungpulsådern,* som tager sitt ursprung ur en af hjärtats håligheter i grannskapet af det ställe, där hålvenerna inmynna, och de vener, hvilka bortföra blodet från samma kapillarer, förena sig slutligen till fyra hufvudstammar, hvilka inmynna i hjärtat i grannskapet af det ställe, där aorta börjar.

---

* De vener, som bortföra blodet från magsäcken, tarmarna, mjälten och bukspottkörteln, förhålla sig i det afseendet olika mot de öfriga, att de först samla sig till en stor stam, *portådern,* som går till lefvern, där den, alldeles så som en artèr, upplöser sig i alt finare grenar och slutligen i kapillarkärl. Dessa samla sig åter till vener, hvilkas hufvudstammar *(lefvervenerna)* till sist utmynna i den nedre hålvenen tätt nedanför dess inträde i bröstkorgen.

I lungornas kapillärkärl bringas, såsom bekant, blodet uti växelverkan med den atmosferiska luften, ur hvilken de

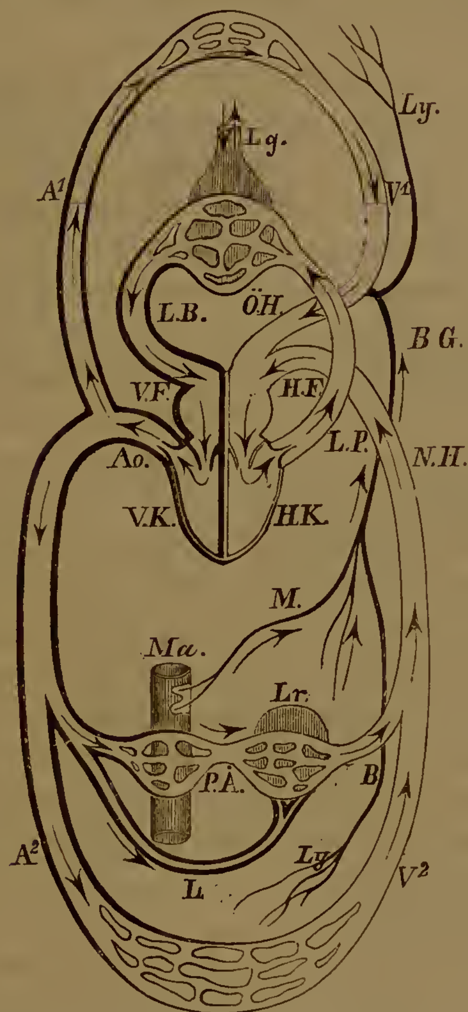


Bild 6. *Skematisk framställning af hjärtat och blodkärlen utvisande blodströmmens riktning. Blodomloppet är tänkt sedt bakifrån, så att bildens venstra sida motsvarar samma sida hos betraktaren.*

V.F. venstra förmaket; *V.K.* venstra kammaren; *Ao.* aorta; A^1 arterer (pulsådror) till kroppens öfre del; A^2 arterer till kroppens nedre del; *L.* lefverpulsådern, som förser lefvern med en del af dess blod; V^1 vener (blodådror) från kroppens öfre del; V^2 vener från kroppens nedre del; *P.Å.* portådern; *B.* lefverblodådern; *N.H.* nedre hålådern; *Ö.H.* öfre hålådern; *H.F.* högra förmaket; *H.K.* högra kammaren; *L.P.* lungpulsådern; *Lg.* lunga; *L.B.* lungblodåder; *M* mjölksaftkärl; *Ly* lymfkärl; *B.G.* bröstgången; *Ma* matsmältningskanalen; *Lr* lefvern. Pilarna angifva riktningen af blodets, lymfans och mjölksaftens strömning. De blodkärl, som innehålla arterielt blod, hafva tjocka begränsningslinier, de som föra venöst blod däremot fina.

röda blodkropparna upptaga det för väfnadselementens lif och verksamhet så nödvändiga syret, och till hvilken blodet aflemnar hvad det under sitt lopp genom kroppens kapillarkärl har fått för mycket af kolsyra — ett af de vigtigaste affallsämnena vid väfnadselementens verksamhet. Hos människan och de högre ryggradsdjuren, hvilkas lifsverksamhet och därmed förbundna kemiska omsättningar äro mycket lifliga, är det därför alldeles nödvändigt, att alt blod så ofta som möjligt får genomströmma lungorna för att undergå denna renings- och förnyelseprocess. Detta ändamål vinnes därigenom, att uti hjärtat å ena sidan hålvenerna och lungpulsådern samt å den andra lungvenerna och aorta stå i öppen förbindelse med hvarandra. Om blodet nu, såsom vi redan känna, är i rörelse från hvardera kapillarsystemets pulsådror till dess vener, så kommer ju tydligen alt det blod, som genomgått kroppens kapillarer, att därefter genomströmma lungans kapillarer, så återigen kroppens o. s. v., och på detta sätt måste blodet vid sin rörelse komma att beskrifva ett fullständigt kretslopp, d. v. s. återkomma till samma punkt, hvarifrån det utgått, efter att hafva genomlupit de båda kapillarsystemen samt deras arterer och vener. Detta är blodets *cirkulation* eller kretslopp. Men på hvad sätt, genom hvilka särskilda redskap och inrättningar hålles denna så vigtiga rörelse i gång?

Det är väl bekant, att det fordras en viss kraft för att bringa en vätska till att med en viss hastighet strömma genom ett rör. Någon rörelse i vätskan kan icke ega rum, om icke en skilnad i det tryck, vätskan utöfvar på rörets väggar, finnes mellan olika ställen i röret, och vätskan strömmar då naturligtvis från det ställe i röret, där det starkare trycket råder, till det, där trycket är svagare. Denna tryckskilnad, hvilken tillika utgör ett mått på det arbete, som kräfves för att hålla vätskan i en rörelse af en viss hastighet, kan man på ett mycket enkelt sätt mäta. För sådant ändamål behöfver man blott på olika punkter

i rörets vägg infoga andra därifrån utspringande lodräta rör (bild 7). Den i hufvudröret strömmande vätskan uppstiger då i de infogade rören, men olika högt, och skilnaden i den

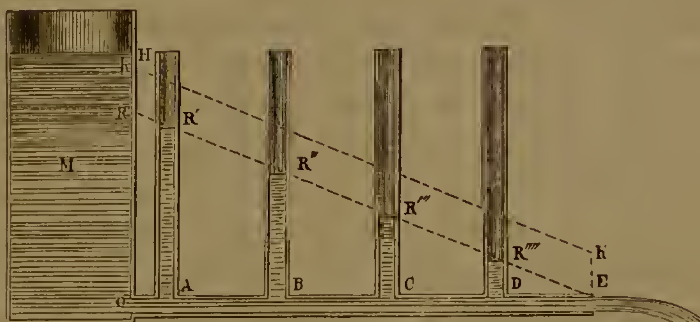


Bild 7.

lodräta höjd, till hvilken vätskan i dessa rör uppstiger, säger mig strax, huru stort arbete som erfordras till att drifva vätskan med den angifna hastigheten från den ena af dessa punkter till den andra.* T. ex. om *OE* är ett rör, genom hvilket en vätska strömmar i riktning från *O* till *E*, och *A*, *B*, *C* äro andra lodrätt uppstigande, i det förra inmynnande rör, så uppstiger vätskan i *A* till en viss höjd, i *B* stiger den icke så högt som i *A* och i *C* icke så högt som i *B*. Är nu röret

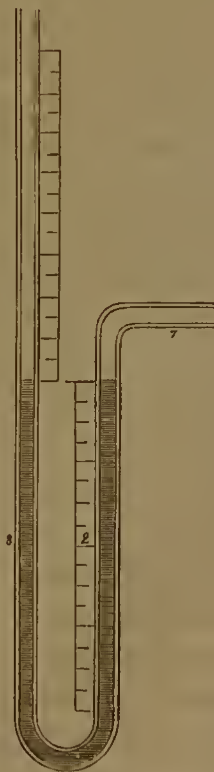


Bild 8.

* I stället för sådana rätt uppstående rör, i hvilka den strömmande vätskan uppstiger — en inrättning, som i många fall, och i synnerhet där trycket är starkt och vätskan lätt, skulle blifva obekväm — använder man vanligen rör böjda på det sätt, vidstående bild (bild 8) utvisar, och fylda med kvicksilfver. Vätskan kommer då naturligtvis att tränga undan kvicksilfret, som stiger upp i den längre, upptill öppna skänkeln af det böjda röret, och skilnaden i höjd mellan kvicksilfverpelarna i de båda skänklarna anger tryckets styrka. En sådan tillställning benämnes en »kvicksilfvermanometer» eller »tryckmätare».

fullkomligt cylindriskt, d. v. s. af alldeles samma vidd, samt dess väggar af alldeles lika beskaffenhet på hela sträckan mellan *O* och *E*, och äro rören *A*, *B* och *C* infogade lika långt från hvarandra, så blir skilnaden mellan vätskepelarnas höjd i *A* och *B* alldeles lika med skilnaden mellan deras höjd i *B* och *C*. Trycket sjunker således likformigt under hela sträckan eller, med andra ord, det fordras alldeles lika mycket arbete för att med den angifna hastigheten drifva vätskan från *A* till *B* som från *B* till *C* eller i allmänhet mellan två lika långt från hvarandra belägna punkter, alt under den förutsättning, att rörets vidd och dess väggars beskaffenhet förblifva de samma. Helt annat blir förhållandet, om röret icke öfveralt har samma vidd eller om dess väggar icke öfveralt hafva samma beskaffenhet. Finnes någonstädes ett hinder för vätskans rörelse, så måste det ju helt naturligt fordras mera arbete för att på gifven tid drifva samma vätskekvantitet förbi hindret, som genom de andra afdelningarna af röret, ty om motståndet ökas, måste ju ock det arbete ökas, som skall öfvervinna motståndet. Ett sådant motstånd inträder, om rörledningen under någon del af sin längd upplöser sig i en mängd fina grenar, om skarpa böjningar och vinklar däruti förekomma o. s. v., ty härigenom förökas i hög grad vätskans gnidning (friktion) mot rörväggarna. Ännu starkare blir detta hinder för vätskans strömning, om de grenar, i hvilka rörledningen upplöser sig, inmynna i hvarandra med tvära vinklar, ty då komma de småströmmar, som vid dessa vinklar sammanstöta, att ömsesidigt hindra hvarandra. Inom de rörnät, som kapillarkärlen bilda, är detta sistnämnda just det vanligaste förhållandet, och då dessa kärl dess utom äro mycket trånga, ja ofta så trånga, att blodkropparna måste sammantryckas för att komma fram igenom dem, är det klart, att det största motståndet mot blodets rörelse måste vara att söka i kapillarkärlen, och att det följaktligen är där som det största arbetet måste utföras. Trycket bör således under blodets

gång genom kapillarerna sjunka mycket hastigare än förut.

Det möter nu ingen stor svårighet att på ett däggdjur, t. ex. en kanin, en hund eller ett får med en kvicksilfvermanometer mäta trycket i de gröfre blodkärlen, och resultaten af en sådan mätning bekräfta fullkomligt de slutsatser, till hvilka vi nyss kommit. Man finner då för det första, att *trycket i pulsådrorna* är mycket betydligt, att det är störst i aorta samt att det jämförelsevis endast obetydligt minskas i de smärre pulsådrorna. Detta tryck växlar hos olika däggdjur och under olika förhållanden, men man kan i allmänhet antaga, att det hos människan i de största pulsådrorna motsvarar en kvicksilfverpelare af inemot 200 millimeters (20 centimeters) höjd eller en omkring 8 fot hög vattenpelare. Häraf förklaras den betydliga kraft, med hvilken blodet sprutar ut ur en öppnad pulsåder. Orsaken hvarför trycket icke synnerligen minskas i de mindre pulsådergrenarna hafva vi egentligen att söka däri, att alla de grenar, i hvilka aorta delar sig, tillsammantagna hafva större vidd, motsvara ett vidare rör än aorta själf. Denna omständighet, hvilken naturligtvis underlättar blodets rörelse, nästan uppväger det motstånd, som rörets förgrening genom den därigenom ökade friktionen åstadkommer. Af alt detta lära vi emellertid den viggtiga sanningen, *att blodet vid inträdet i kapillarkärlen på dessa rörs väggar utöfvar ett i förhållande till deras tjocklek ofantligt starkt tryck.* Det bör då icke förundra oss, att saftrummen hållas fylda af den genom de tunna kapillarväggarna genomsvettande vätskan.

Granska vi nu på samma sätt, huru det förhåller sig på andra sidan om kapillarkärlen, d. v. s. uti venerna, så finna vi, att trycket i dem är mycket lägre än i artererna. Härom vittnar dess utom helt enkelt den olika beskaffenheten af den blodström, som framkommer ur en öppnad ven (såsom vid en vanlig åderlåtning), och den som rusar

ut ur en öppnad arter. Då blodet ur arteren vanligen sprutar flere fot högt, så höjer sig däremot den ur venen framvällande blodstrålen i de flesta fall knapt några linier. I de stora hålvenerna och i deras närmaste grenar försvinner trycket slutligen alldeles, ja där råder oftast till och med ett »negativt», d. v. s. blodet utöfvar på deras väggar ett mindre tryck än det, som på dem utöfvas af den atmosferiska luften. Vi kunna visserligen icke direkt mäta trycket i de minsta artererna och i de minsta venerna, ty de äro därtill mycket för små, men af de undersökningar, som blifvit verkstälda på de gröfre kärlen, kunna vi likväl med säkerhet draga den slutsats, att *den ojämförligt största delen af den betydliga kraft, som blodets tryck i pulsådrorna representerar, förbrukas på det korta afståndet mellan arterernas slut och venernas början* eller med andra ord i kapillarkärlen, och vi finna således bekräftad den åsigt, till hvilken vi nyss kommo, nämligen att det starkaste motståndet mot blodets rörelse just är att söka i de nämnda kärlen. Frågar man därför, hvilken kraft det är, som öfvervinner detta motstånd, så är det rätta svaret tydligen, att det är den stora öfvervigten i arterernas blodtryck, som drifver blodet fram genom kapillarerna från arterer till vener.

Låtom oss nu åter kasta en blick på vår skematiska bild (se bild 6) af blodets kretslopp. Af det föregående hafva vi lärt, att blodtrycket inom aorta (*Ao*) är mycket starkt, att det under blodets gång genom kapillarerna plötsligt sjunker, och slutligen, att det i de stora hålvenerna (*Ö.H.* och *N.H.*) är noll eller till och med mindre än noll. På samma sätt är det också i lungarteren (*L.P.*) jämförelsevis mycket betydligt och i lungvenerna (*L.B.*) återigen noll. Vi finna således, att blodtrycket på två punkter af kretsbanan (vid *V.K.* och *H.K.*) plötsligt springer upp från intet eller »mindre än intet» till en betydlig höjd. Detta kan naturligtvis icke ske utan förbrukning af en viss kvan-

titet arbete, och för dess utförande erfordras särskilda inrättningar. Det torde vara allmänt bekant, att det åstundade resultatet — frambringandet af ett betydligt vätsketryck (såsom uti brandsprutor, vattenledningar o. d.) — i vanliga fall åstadkommes medelst de mekaniska tillställningar, som man benämner tryckpumpar, och hvilkas inrättning vi här måste förutsätta såsom bekant. Om således uti det rörsystem, hvars hufvuddrag bilden är afsedd att skematiskt återgifva, vid hvardera af de båda punkterna *V.K.* och *H.K.* vore anbringad en tryckpump af lämplig d. v. s. efter arbetet afpassad styrka, skulle vätskan ju kunna hållas i ständig strömning från *V.K.* till *H.K.* genom *Ao*, A^1, A^2, V^1. V^2, *Ö.H.* och *N.H.* samt vidare från *H.K.* genom *L.P.* och *L.B.* tillbaka till *V.K.* Det är också just på detta sätt, som vårt blod drifves omkring i ett fullkomligt kretslopp. De båda tryckpumparna äro likväl icke långt skilda från hvarandra utan förenade sida vid sida, men detta kan ju icke utgöra någon *väsentlig* olikhet i anordningen, ehuru kretsloppet härigenom kommer att för en ytlig betraktare se ut, som om det utgjordes af tvänne särskilda kretslopp, hvilket naturligtvis blott är skenbart. Den afdelning af kretsloppet, som utgöres af lungarteren, lungkapillarerna och lungvenerna, benämnes ofta »det lilla kretsloppet», och den som innefattar den öfriga kroppens arterer, kapillarer och vener, betecknas då med benämningen »stora kretsloppet». Dessa namn äro så till vida vilseledande, som intetdera af de därmed betecknade föremålen utgör något fullständigt kretslopp; ett sådant uppstår först genom föreningen af båda.

De båda med hvarandra sammanväxta tryckpumpar, som i pulsådrorna åstadkomma det höga tryck, genom hvilket blodet hålles i rörelse, bilda det märkvärdiga redskap, vi kalla *hjärtat.* Från lifvets tidigaste skiften intill dess slut arbetar det utan uppehåll, och då dess arbete är af den art, att det äfven vid den ytligaste undersökning lätt

bemärkes, är det icke underligt, att hjärtat i alla tider gält såsom själfva hufvudsätet för lifvet, såsom den medelpunkt, från hvilken all lifsverksamhet utstrålar. Nu veta vi likväl, att lifvet eller den sammanfattning af verksam-

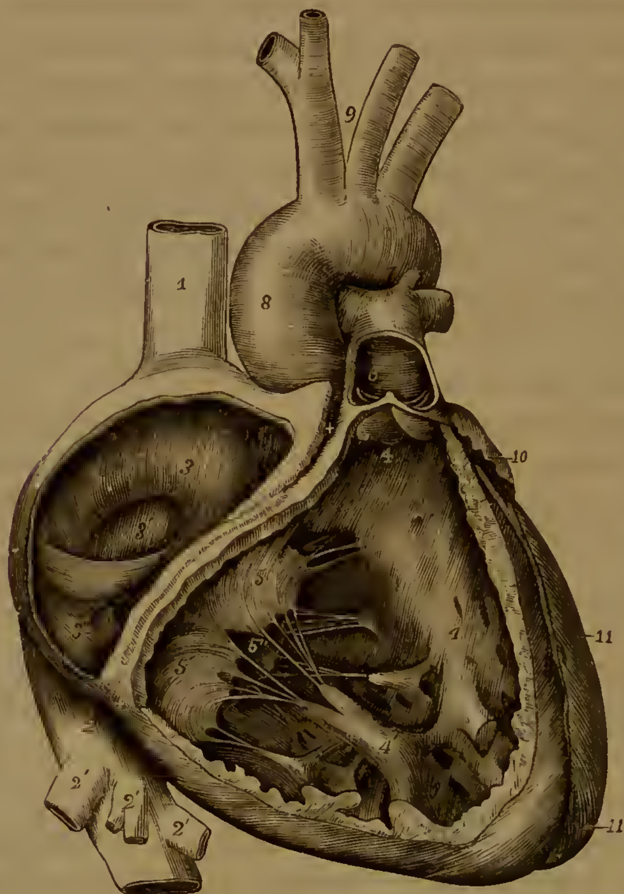


Bild 9. *Hjärtats högra förmak och högra kammare. En del af deras främre vägg är borttagen, så att man kan se in i deras inre.*

1, Öfre hålvenen; 2 Nedre hålvenen; 2' Lefvervenerna; 3, 3' och 3'' högra förmaket (vid 3' inmynnar nedre hålvenen och vid 3'' hjärtats egen ven, kransvenen; 4, högra kammaren; 4' vårtformig muskel; 5, 5', 5'' de tre flikarna af högra förmaksöppningens ventilinrättning; 6 lungpulsådern; 7 lemning efter en hos fostret bestående förbindelse mellan lungpulsådern och aorta; 8 Aorta; 9 därifrån utgående pulsådror till hufvudet och armarna.

heter, som vi benämna med detta namn, icke är företrädesvis bofast i någon viss del af kroppen, utan tillkommer alla, äfven de minsta celler, som sammansätta kroppens

lefvande väfnader. Men om vi också icke kunna betrakta hjärtat såsom en medelpunkt för lifvet i den ofvan antydda meningen, så finnes det väl näppeligen något af kroppens redskap, som i högre grad förtjänar vårt intresse — icke minst därför, att det är ett af de allra vigtigaste för kroppssamhällets bestånd.

Likasom i vanliga tryckpumpar finnes också i hvardera hjärtpumpen ett med två öppningar försedt rum, i hvilket på den vätska, som skall sättas i rörelse, ett kraftigt tryck utöfvas, samt två ventilinrättningar, som äro så stälda, att den för trycket undanvikande vätskan endast kan taga en väg. Dessa rum, som till formen någorlunda likna koniska säckar, benämnas *hjärtats kamrar*, den *högra* och den *venstra* (bild 9 och 10). Den högra utmynnar med sin ena öppning uti lungpulsådern, den venstra på samma sätt uti aorta. Hvardera af dessa öppningar är försedd med en ventilinrättning bestående af tre tunna, *halfmånformiga klaffar*, hvilka med sin konvexa rand likasom ett slags fickor äro fästa vid öppningens vägg (bild 11). Är trycket inom kamrarna större än i de nämnda ådrorna, så tryckas klaffarna af den utströmmande vätskan mot ådrornas väggar, och vägen från kammaren ut i pulsådern är då naturligtvis fri och öppen. Men i samma ögonblick som trycket i pulsådrorna får öfvertaget öfver det i kamrarna, tränger sig det återvändande blodet in i »fickorna» bakom klaffarna och trycker dessa så tillsamman, att deras fria kanter pressas mot hvarandra, och då är återvägen till kamrarna så fullständigt stängd, att ej en droppe slipper igenom. Medelst nu nämnda öppningar stå hjärtats båda kamrar således i omedelbar förbindelse med hvar sin pulsåder. De kunna därför benämnas *hjärtkamrarnas pulsåderöppningar*. De andra båda öppningarna sätta hjärtkamrarna i förbindelse med venerna, d. v. s. den högra kammaren med hålvenerna och den venstra med lungvenerna, men denna förbindelse är icke omedelbar, utan de nämnda venerna utmynna först på hvardera sidan i en

reservoar, benämnd »*förmak*», och denna sedan i kammaren. De öppningar, som från förmaken leda in till kamrarna benämnas dessa senares *förmaksöppningar*. Hvardera af dessa är lika som pulsåderöppningarna försedd med en



Bild 10. *Hjärtats venstra förmak och kammare. En del af deras främre och venstra vägg är borttagen.*

1 två af de afskurna lungvenerna; 1' venstra förmaket; 2 en del af hjärtats yttre vägg vid venstra förmaksöppningen; 3, 3', 3" venstra hjärtkammarens genomskurna, tjocka vägg; 4 en liten del af dess främre vägg med den därifrån utgående främre vårtformiga muskeln; 5, 5 de bakre vårtformiga musklerna; 5' skiljeväggen mellan båda kamrarna: 6, 6' de två klaffarna i förmaksöppningens ventilinrättning; 7 början af aorta med dess halfmånformiga klaffar; 8, 8' lungpulsådern, af hvilken ett stycke blifvit borttaget (vid 8 synas hennes klaffar); 9 se föreg. bild 7; 10, grenar af aorta.

ventilinrättning bestående på högra sidan af tre och på den venstra af två tunna hinnaktiga *klaffar,* hvilka, så snart trycket i kamrarna blir större än i förmaken, slå emot hvarandra och fullkomligt afstänga förbindelsen mellan kammare och förmak, men i motsatt fall trängas i sär och lemna vägen öppen.

I hjärtats byggnad återfinnes således åtskilligt af hvad som utgör beståndsdelar af hvarje tryckpump, men det väsentligaste — den inrättning, medelst hvilken vätskan sammantryckes — saknas ännu. I en tryckpump af vanlig

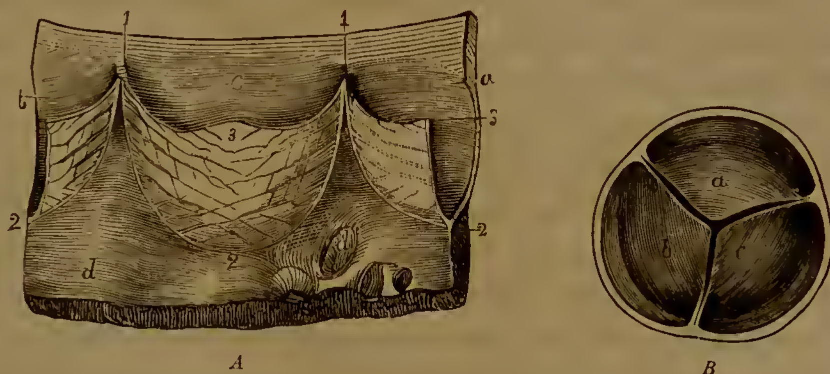


Bild 11, *A* Lungpulsåderns halfmånformiga klaffar, i midten en hel klaff och på båda sidor därom två afskurna klaffar; *B*, halfmånformiga klaffar *a*, *b*, *c*, sedda uppifrån i nästan slutet tillstånd.

byggnad åstadkommes tillökningen af trycket i pumpens hålighet medelst en kolf eller piston, som af en yttre kraft sättes i rörelse. Men i de oöfverträffligt väl inrättade pumpar, om hvilka fråga nu är, utföres detta arbete af deras egna väggar, hvilka nästan uteslutande bestå af muskelväfnad. Muskelväfnad bildar såsom bekant hufvudbeståndsdelen af musklerna eller det röda »köttet» i kroppen och är sammansatt af vid hvarandra knippevis fogade fina trådar, bestående af ett mjukt ämne, som är utrustadt med den märkvärdiga egenskapen att under inverkan af vissa inflytelser plötsligt sammandraga sig, hvarvid mu-

skeltrådarna blifva kortare och på samma gång tjockare. Då nu, såsom i musklerna vanligtvis är fallet, en otalig mängd sådana trådar ligga packade tillsamman parallelt med hvarandra, förmå de, därigenom att de alla på en gång sammandraga sig, utföra ett i förhållande till muskelns massa häpnadsväckande arbete. Äfven hjärtkamrarnas väggar äro sammansatta af muskeltrådar, men dessa afvika från de vanliga bland annat däruti, att de äro förgrenade och på ett mera inveckladt sätt anordnade samt förbundna med hvarandra, än förhållandet är i de vanliga musklerna.

Väggens tjocklek och därmed tillika styrkan af dess sammandragning är olika i de båda kamrarna och, såsom tillbörligt är, afpassad efter det arbete, hvar och en af dem har att utföra. Och detta kan tydligen icke vara lika. Venstra kammaren måste uti aorta frambringa ett tryck, som är tillräckligt att drifva blodet den långa vägen genom hela kroppens arterer, kapillarer och vener, och detta måste ju klarligen erfordra betydligt större arbete än det som är nödvändigt för att drifva blodet den mycket kortare vägen genom lungorna, hvilket är uppgiften för högra kammaren. Därför äro också venstra kammarens väggar betydligt tjockare än den högras.

I båda kamrarnas väggar löpa nu muskeltrådarna i en mängd lager spiral- eller ringformigt omkring deras hålighet. Det är då lätt att inse, hvad som skall blifva följden, om dessa trådar, alla på en gång, sammandraga sig och kamrarna förut äro till en viss grad af utspänning fylda af vätska. Låtom oss till exempel först taga i betraktande venstra kammaren (se bild 10). Tydligen måste väggens sammandragning utöfva ett tryck på den i kammaren inneslutna vätskan. Den omedelbara följden häraf är, att förmaksöppningens klaffar, om de icke redan äro slutna, slås upp mot hvarandra, och de skulle säkerligen kastas tillbaka in i förmaket, om de icke genom en särskild inrätt-

ning hindrades därifrån. Vid deras mot kammaren vettande yta äro nämligen fästa en mängd fina sentrådar, som förena sig till några gröfre strängar, och dessa åter sluta i tappformiga, af muskelväfnad bestående utsprång från kammarväggen (»de vårtformiga musklerna»). Medelst dessa muskelutsprång, som sammandraga sig samtidigt med de öfriga muskeltrådarna, hållas sensträngarna, så länge sammandragningen varar, i spändt tillstånd, hvilket naturligtvis måste förhindra ventilklaffarnas omslagning. Altså, i samma ögonblick kammarväggens sammandragning börjar, slutes förmaksöppningen, så att ej en enda droppe blod kan komma den vägen. Hvad den andra öppningen (pulsåderöppningen) beträffar, så hållas i detta ögonblick dess klaffar slutna med en kraft, som motsvarar det i aorta rådande trycket, men så snart trycket inom kammaren blir starkare, måste de naturligtvis gifva vika och lemna fri väg åt det i kammaren inneslutna blodet, som nu till sista droppen pressas ut i aorta. Kammarväggens sammandragning varar blott ungefär en half sekund; därefter inträder ett tillstånd af förslappning, en »*paus*», och trycket i kammaren upphör. Så snart detta inträffar, får trycket i aorta åter öfvertaget och de halfmånformiga klaffarna stängas å nyo. På alldeles samma sätt och fullkomligt samtidigt utdrifves en lika stor myckenhet blod ur högra kammaren in i lungarteren.

Det återstår nu att taga reda på, huru hjärtats kamrar, sedan de genom sammandragningen afbördat sig sitt innehåll, åter fyllas. I detta afseende spela förmaken en mycket vigtig roll. De äro omedelbara fortsättningar af de stora vener, som i dem inmynna — det högra förmaket af hålvenerna och det venstra af lungvenerna — och det blod, som framflyter genom dessa vener, samlar sig således i förmaken. Dessas väggar bestå, äfven de, till allra största delen af muskeltrådar och kunna följaktligen sammandraga sig, men de äro mycket tunnare än kamrarnas. De hafva också betydligt mindre kraft, och detta är äfven

helt naturligt, ty deras uppgift är endast att drifva det i förmaken samlade blodet in i kamrarna och i deras väggar framkalla en viss grad af utspänning. Så snart kamrarnas sammandragning slutat, sträfva deras väggar i följd af sin elasticitet att återtaga sin ursprungliga form och därigenom frambringas i kamrarnas hålighet ett negativt tryck eller med andra ord en sugning, tillräckligt stark att öppna förmaksventilerna och tillåta en viss myckenhet blod att från förmaken och venerna rinna in i kamrarna under deras paus. Men härvid bidrager äfven en annan omständighet, hvilken vi här så mycket mindre böra helt och hållet med tystnad förbigå, som den på ett särdeles slående sätt visar, huruledes i det invecklade maskineri, människokroppen bildar, den ena delen ingriper befordrande i den andras verksamhet.

Det är väl bekant, att hjärtat har sin plats inom bröstkorgen, hvilken bildar ett slags af delvis ganska styfva och fasta väggar (ryggrad, bröstben och refben) samt senhinnor och muskler begränsad låda. Vidare torde det likaledes vara väl kändt, att lungorna i hufvudsak utgöras af en otalig mängd, mycket elastiska blåsor, hvilka genom luftrören (bronkierna) och luftstrupen stå i öppen förbindelse med den atmosferiska luften, af hvilken de alltid äro fylda och utspända, ehuru i växlande grad — efter en inandning mera och efter en utandning mindre. Lungornas väggar utöfva således i följd af sin elastiska egenskap alltid en viss, om ock till styrkan växlande tryckning på den i dem inneslutna luften, och de skulle pressa ut en stor del af denna luft, om de icke hindrades just därigenom, att de äro inneslutna i den lufttäta bröstkorgen. Vi kunna åskådliggöra detta förhållande genom en mycket enkel tillställning (se bifogade bild 12). Uti en vanlig glasburk eller flaska med vid hals insättes en kautschuksblåsa *(a)*, hvars öppning är lufttätt fastbunden kring nedre änden af ett glasrör, som genomgår flaskans lufttätt slutande kork.

Genom korken går dess utom ett annat rör *(b)*, som upptill kan stängas genom en tätt slutande kran. Nu uppblåses genom sitt rör kautschuksblåsan, som skall föreställa lungorna (man kan vid detta försök äfven använda de friska lungorna af ett mindre djur t. ex. kanin eller marsvin) till en viss grad af utspänning, och härvid måste kranen på röret *b* hållas öppen för att utsläppa den luft, som vid blåsans utvidgning utdrifves ur det mellan blåsan och flaskans vägg befintliga rummet. Sedan blåsan blifvit till önskad grad uppblåst, tilltäppes dess rör med fingret, och kranen på röret *b* stänges. Öppnas nu åter blåsans rör, så sammandraga sig blåsans elastiska väggar, så att en del af den inblåsta luften utdrifves, och i följd däraf kommer den luft, som finnes mellan blåsan och glasväggarna att förtunnas eller med andra ord det tryck, denna luft utöfvar på glasväggarna och blåsan, blir mindre än den yttre atmosferens, som verkar inuti blåsan. Denna kan därför, så länge kranen på röret *b* är stängd, icke sammandraga sig längre än till dess öfvervigten i atmosferens tryck jämt är lika med den kraft, med hvilken blåsan sträfvar att sammandraga sig. Denna öfvervigt kan lätt mätas genom en i flaskans kork lufttätt införd manometer *(c)*. Nu äro förhållandena inom bröstkorgen i det afseendet fullkomligt lika med dem, som råda i flaskan, att alla de delar, som befinna sig mellan

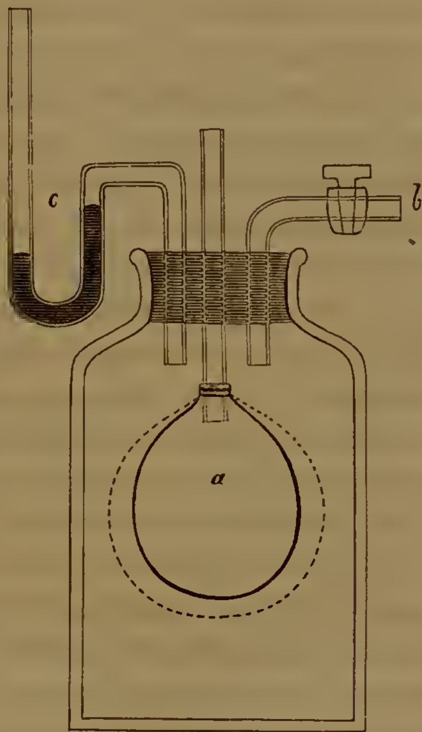


Bild 12.

lungorna och bröstkorgens vägg stå under ett lägre tryck än den atmosferiska luftens, och detta just på grund af lungornas elastiska spänning. Detta lägre tryck måste ju, då hjärtat just har ett sådant läge, i kraftig mon medverka därtill, att såväl kamrarna som förmaken, sedan deras sammandragning upphört, utvidgas och likasom suga blodet till sig. I samma förhållande finna vi också orsaken, hvarför blodtrycket i de stora venerna närmast bröstkorgen vanligen är negativt d. v. s. mindre än det yttre lufttrycket.

Denna sistnämnda omständighet har en mycket vigtig praktisk betydelse. Öppnas någon af dessa vener, såsom af ovarsamhet vid en kirurgisk operation eller genom annan olyckshändelse, så utströmmar icke blod genom öppningen utan i dess ställe intränger luft — en tillstöt, som i de flesta fall medför nästan ögonblicklig död, ty denna luft följer då blodströmmen till högra hjärtkammaren och därifrån vidare ut i lungpulsåderns grenar, hvilka den i form af större eller mindre blåsor tillpluggar, så att blodets strömning genom lungornas kapillarer förhindras.

Det är för öfrigt klart, att denna lungornas »sugning» på de dem omgifvande delarna måste vara betydligt starkare vid en djup inandning, då lungorna äro mera utspända och därmed deras elastiska sammandragningskraft större, än vid utandning. Af samma sugning förklaras också den stora nyttan af sådana gymnastiska rörelser (t. ex. bröstháfning o. d.), hvilka afse en så stor utvidgning af bröstkorgen som möjligt, ty härigenom utspännas äfven lungorna, och deras elastiska kraft verkar då så mycket kraftigare att tömma venerna och fylla hjärtat. Hos personer, som sitta mycket stilla och lida af blodöfverfyllnad i de stora venerna, är därför en djup inandning då och då ett kraftigt medel att underlätta blodomloppet. Denna en djup inandnings verkan särskildt på tömmande af de stora venerna i buken och befordrande af deras innehåll in i

hjärtat är så mycket kraftigare, som den nedre hålvenen vid sitt inträde i bröstkorgen genomgår en vid öppning i mellangärdets mellersta, af senhinna bestående del. Venens väggar äro fästa vid kanterna af denna öppning, som vid mellangärdets sammandragning under inandningen långt ifrån att förminskas eller sammantryckas tvärt om på grund af muskeltrådarnas därifrån utstrålande anordning snarare måste utvidgas. Vid mellangärdets nedstigande utöfvas samtidigt härmed ett tryck på bukens hela innehåll, således äfven på dess vener, och det i dem inneslutna blodet drifves följaktligen så mycket lättare upp genom den alltid öppenstående och nu till och med vidgade öppningen.

En alldeles motsatt verkan måste tydligen åstadkommas af en kraftig utandning och i ännu högre grad, om bröstkorgen af utandningsmusklerna sammantryckes vid stängd luftstrupsöppning, såsom vid krystning. Genom en sådan åtgärd förändras nämligen det mellan lungornas yttersida och bröstväggarnas insida rådande trycket från att vara negativt till positivt d. v. s. det blir större än den yttre atmosferens. Det svaga trycket i de stora venerna är nu icke tillräckligt att öfvervinna det härigenom uppkommande motståndet och befordra deras innehåll till hjärtat. Blodet stockar sig i följd häraf i dessa vener, hvilket ger sig tillkänna bland annat genom rödt, uppdrifvet ansigte, yrsel o. s. v. Drifves detta — i förbigående sagdt ganska farliga — försök altför långt, så kan på sådant sätt tillflödet till hjärtat helt och hållet hämmas; detta annars så outtröttligt verksamma redskap afstannar då, sedan det uttömt de sista dropparna af sitt innehåll, och döden kan följa inom en kort stund. Man läser i de gamla latinska författarnes skildringar ur romerska historien, hurusom icke sällan högsinnade män, stälda inför nödvändigheten att undergå något vanärande straff eller annan skymf, i saknad af vapen att därmed taga sig af daga, insvepte sig i togan, höljande ansigtet, och nedföllo döda, innan deras

fiender kunde ana, hvarom fråga var. Det är icke omöjligt, att de (förutsatt att berättelserna ega historisk grund) — med en själsstyrka, som sällan torde påträffas — vid sådana tillfällen just använde den nu skildrade metoden.

Efter denna lilla afvikelse från ämnet återvända vi nu till hjärtat. Genom den nyss skildrade anordningen fylla sig såväl förmaken som hjärtkamrarna under den paus, som inträder efter deras sammandragning. Men för att kammarmusklernas kraft skall fullkomligt och utan någon tidsförlust tillgodogöras, fordras, att de, i det ögonblick sammandragningen börjar, äro till en viss grad *utspända* af blod, och denna utspänning åstadkommes genom förmaken, ty då dessa sammandraga sig, pressa de en ytterligare myckenhet blod in i kamrarna, hvarpå de senares sammandragning omedelbart följer, förmaksventilerna slutas, och blodet drifves ut i pulsådrorna. Mellan venerna och förmaken finnas inga ventilinrättningar, och följaktligen skulle en stor del af det blod, de senare innehålla, vid deras sammandragning drifvas tillbaka i venerna, men detta förhindras däraf, att en del af förmakens muskeltrådar ringformigt omgifva venmynningarna, och att sammandragningen just tager sin början vid detta ställe. Emellertid inträffar det icke sällan, i synnerhet vid starka utandningsrörelser (såsom vid krystning, blåsning, sång o. d.), att en ej obetydlig myckenhet blod kastas tillbaka ut i venerna, och detta kan då kännas och stundom äfven synas på nedre delen af halsen i form af hvad man kallar pulsation i de stora halsvenerna.

Hjärtats rörelser äro såsom bekant rytmiska, d. v. s. sammandragningarna följa hvarandra med regelbundna uppehåll i en viss takt, men denna växlar icke obetydligt vid olika tillfällen, beroende af individets ålder och kroppstillstånd. Hos barn i första lefnadsåret upprepas hjärtslagen i medeltal omkring 134 gånger i minuten, men de blifva vid stigande ålder alt långsammare, så att de under me-

delåldern hos en frisk människa vanligen äro omkring 72 i minuten. Därvid äro de båda hjärthalfvornas, den högras och den venstras, rörelser fullkomligt liktidiga med hvarandra, så att först kommer en hastig sammandragning af båda förmaken då en gång och omedelbart därefter en något längre och mycket kraftigare sammandragning af båda kamrarna likaledes på en gång, hvarefter den korta pausen inträder. Den fullkomliga samtidigheten är betryggad därigenom, att hjärtväggarnas muskeltrådar till en mycket stor del äro gemensamma — å ena sidan för de båda förmaken och å den andra för de båda kamrarna.

Detta hjärtats »klappande» eller »hjärtslaget» kan, såsom bekant, med lätthet höras, om man lägger örat intill det ställe af bröstet, där hjärtat har sin plats, och äfven, synnerligast på magra personer, kännas i mellanrummet mellan 5:te och 6:te refbenen på venstra sidan nedanför bröstvårtan. Det förra härrör däraf, att vid hjärtats arbete frambringas vissa ljud, som äro så betecknande, att lyssnandet på dem ofta gifver läkaren de värderikaste upplysningar om tillståndet i det maskineri, från hvars arbete de leda sitt ursprung. Dessa ljud äro *två,* till karakteren ganska olika. Det första är tämligen utdraget och doft, och det åtföljes omedelbart af det andra, som är helt kort och skarpt. Det första hjärtljudet åstadkommes sannolikast genom själfva sammandragningen af kammarväggarna, ty hvarje kraftigare muskelsammandragning framkallar ett dylikt ljud. Det andra, korta och likasom smällande ljudet frambringas däremot helt säkert genom pulsåderventilernas (de halfmånformiga klaffarnas) slående mot hvarandra i det ögonblick, då kamrarnas sammandragning slutar.

Huru dessa ljud kunna vara af så stor vigt för läkaren vid bedömandet af hjärtats sjukdomar, inses lätt, då vi nu veta, att det första ljudet till tiden sammanfaller med kamrarnas sammandragning samt förmaksventilernas därmed liktidiga tillstängning, det andra åter med puls-

åderventilernas tillslutning. Då nu dess utom ljuden uppfattas olika tydligt på olika punkter af bröstkorgens yta, beroende af ventilinrättningarnas läge, så är det klart, att en förändring i ljudens normala beskaffenket — t. ex. deras förening med mer eller mindre starka »biljud» af olika art — kan upplysa läkaren om, så väl hvar den sjukliga förändringen i klaffarna (och de flesta hjärtsjukdomar bestå just i en sådan) har sitt säte, som äfven till en viss grad af hvad beskaffenhet hon är — om en förträngning af själfva öppningen, om en bristfällighet i klaffarna, så att de ej sluta tätt, eller om utväxter på dem o. s. v.

Hjärtat är således, såsom vi sett af det föregående, i grunden ingenting annat än tvänne, till ett gemensamt helt förenade tryckpumpar, men dessa äro af den allra fullkomligaste konstruktion och af en i förhållande till redskapets storlek högst betydlig styrka. Man kan härom bilda sig en föreställning, om man beräknar huru stor tyngd venstra hjärtkammaren vid hvarje sammandragning har att lyfta, eller med andra ord, huru stort motstånd denna sammandragning måste öfvervinna för att kunna i aorta utpressa kammarens innehåll. En sådan beräkning låter sig lätt verkställa, om hon ock endast kan göra anspråk på att vara ungefärlig. För detta ändamål behöfva vi blott taga reda på, med huru stor kraft aortas halfmånformiga klaffar hållas stängda, ty denna måste ju tydligen först öfvervinnas, innan venstra kammaren genom sin sammandragning kan tvinga dem att öppna sig och därpå uttömma sitt innehåll i aorta. Nu veta vi, såsom ofvan blifvit nämdt, att blodet i de stora pulsådrorna hos en frisk, fullvuxen människa trycker med en kraft, som motsvarar en kvicksilfverpelare af 200 millimeters höjd. Radien (=halfva diametern) af aortas genomskärningsyta kan i allmänhet anslås till 13 millimeter, och den tyngd, som trycker på de nämnda klaffarna, måste således blifva lika med vigten af en kvicksilfvercylinder, som har 200 millimeters höjd och

13 millimeters radie. En sådan cylinders kubikinnehåll är $200 \times (13 \times 13 \times 3{,}14) = 106{,}132$ kubikmillimeter, hvilket, då kvicksilfrets egentliga vigt är 13,596, motsvarar 1435 gram eller något mera än $3^1/_3$ skålpund. Detta är således den tyngd, som venstra kammaren vid hvarje sammandragning (d. v. s. i medeltal 70 gånger i minuten) har att lyfta.

För att erhålla ett mått på arbetet är det emellertid äfven nödvändigt att veta till huru stor höjd denna tyngd lyftes. Vid hvarje sammandragning af hjärtat inpressas ungefär 177 kubikcentimeter eller nära 7 kubiktum blod från venstra kammaren i aorta och samtidigt en lika stor myckenhet från högra kammaren i lungpulsådern. Dessa 177 kubikcentimeter upptaga uti ett rör af 13 millimeters radie en längd af 0,334 meter; detta är således den sökta höjden, hvilken multiplicerad med vigten 1,435 kilogram, ger 0,48 kilogrammeter (3,8 svenska skålpundfot) såsom mått på det arbete venstra kammaren vid hvarje sammandragning utför. Antaga vi nu hjärtslagen till 70 i minuten, så blir det förrättade arbetet under samma tid 33,60 kilogrammeter och på ett dygn (24 timmar) 48,384 kil.met. Den högra kammarens arbete kan uppskattas till ungefär en tredjedel af den venstras, d. v. s. 16,128 kil.met. i dygnet. Hela hjärtats arbete under ett dygn motsvarar således ungefär 64,512 kilogrammeter eller i rundt tal 500,000 skålpundfot!

Vid betraktandet af blodets strömning genom ådrorna i grodfotens simhinna anmärkte vi, att så väl i venerna som äfven i hårrörskärlen blodet rörde sig med en nästan likformig hastighet, i hvilken knappast några rytmiska växlingar kunde spåras, och öppnar man på ett lefvande däggdjur eller på en människa (såsom vid åderlåtning) en ven, så synes äfven här blodet framvälla i en jämn ström. Men detta synes ju uppenbarligen stå i strid med det förhållandet, att hjärtat stötvis drifver blodet in i aorta. Vore blodkärlens väggar fasta och oeftergifliga såsom rö-

ren i en vattenledning, så skulle hvarje sammandragning af hjärtat hafva till oundviklig följd, att hela blodmassan i hela kärlsystemet på en gång sköts fram ett så stort stycke, att den i aorta inpressade blodkvantiteten fick rum. Detta är en nödvändig följd däraf, att vätskor icke eller knapt märkbart låta sammantrycka sig. En sådan form för blodets rörelse i vår kropp skulle säkerligen hafva högst betänkliga följder, ty därigenom skulle naturligtvis de allra plötsligaste öfvergångar inträda mellan ett mycket starkt tryck under hjärtats sammandragning och ett mycket lågt eller intet tryck under dess paus. För sådana häftiga skakningar äro hårrörskärlens tunna väggar och ännu mindre de i deras omedelbara grannskap, synnerligast i nervsystemets centraldelar befintliga ytterst ömtåliga redskapen alls icke beräknade. Dessa skulle däraf så att säga bultas till döds. Att så icke är förhållandet, att blodet i hårrörskärlen och venerna flyter fram i en under vanliga förhållanden fullkomligt jämn ström — därför hafva vi att tacka blodkärlsväggarnas eftergiflighet. Men det är ej nog med att de äro eftergifvande, de äro äfven ganska fullkomligt elastiska, d. v. s. de låta uttänja sig och återtaga, så snart den uttänjande orsaken upphört att verka, med kraft sin förra form. I detta afseende likna de fullkomligt kautschuksrör. I följd af denna sin elasticitet kunna de lämpa sig efter de växlingar i blodets myckenhet, som under lifvet kunna komma i fråga; de äro naturligtvis mer eller mindre utspända, alt efter som denna är större eller mindre, *men de äro under lifvet alltid fulla, alltid till en viss grad utspända.*

Väggarnas tjocklek är betydligt olika i olika afdelningar af kärlsystemet. Tjockast äro pulsådrornas väggar, och de äro tillika så styfva, att äfven ganska stora pulsådror, sedan de blifvit genomskurna och deras innehåll uttömdt, stå öppna och gapande. Venernas, äfven de störstas, väggar äro däremot jämförelsevis ganska tunna och

så eftergifvande, att de i tomt tillstånd alldeles sammanfalla.

Låtom oss nu undersöka, hvad inflytande denna blodkärlens egenskap utöfvar på resultatet af hjärtats arbete. Vi begynna därvid med det ögonblick, då hjärtat efter sin korta paus åter börjar sin verksamhet med en plötslig sammandragning af båda förmaken — en sammandragning, som inpressar ännu något mera blod i kamrarna än de förut innehöllo. De blifva därigenom i viss mon utspända, och deras i ögonblicket därefter började sammandragning kan följaktligen utan någon tidsförlust i innehållet framkalla ett så starkt tryck, att pulsådermynningarnas klaffar måste gifva vika och öppna sig. Venstra kammaren — vi hålla oss nu uteslutande till honom — pressar då till sista droppen de 7 kubiktum blod, han innehöll, in i aorta, och detta sker helt plötsligt eller inom mindre än en half sekund, ty kamrarnas sammandragning upptager ungefär hälften af den tid, som en hel hjärtperiod tager i anspråk. Den omedelbara följden häraf blir nu tydligen, att trycket i den närmast mynningen belägna delen af aorta plötsligt högst betydligt stegras, och detta medför två olika verkningar — dels undanskjutes det i aorta förut befintliga blodet ett stycke, dels — och detta är det vigtigaste — utspännas aortas väggar för att skaffa det nykomna rum. Men då dessa väggar äro elastiska, sträfva de naturligtvis att återtaga sin förra spänningsgrad med alldeles lika stor kraft, som den, hvilken uttänjde dem. Den kraft, som venstra kammaren utvecklade för att inpressa sitt innehåll i pulsådern, öfverflyttas på detta sätt eller så att säga magasineras uti den senares väggar, hvilka nu i sin ordning trycka på kärlets innehåll. Nu inträder pausen, kammaren förslappas, det tryck han utöfvade upphör, och det af kärlväggarna pressade blodet skulle otvifvelaktigt genast rusa tillbaka in i kammaren igen, om icke de halfmånformiga klaffarna ögonblickligen stälde sig i dess väg och

stängde porten. Blodet har då ingen annan utväg än att vika undan i den motsatta riktningen d. v. s. i närmaste afdelning af pulsådern. Denna utvidgas nu på samma sätt som den föregående, och så fortskrider denna utspänning utefter hela pulsådersystemet såsom en våg åtföljd af efterföljande hopsjunkande. Det är denna, i följd af hvarje hjärtslag inträdande, öfvergående utspänning af pulsådrorna, som utgör hvad man benämner *puls*. Såsom bekant kan denna företeelse mycket väl kännas af fingret, om det anbringas utanpå huden på ett sådant ställe, där en pulsåder ligger tätt under huden och tillika ofvanpå ett ben eller annat hårdt underlag, mot hvilket hon kan sammantryckas.

På magra personer med stark hjärtverksamhet kan pulsen ofta äfven ses på det vanliga stället vid yttre sidan af handleden, på tinningen och på några andra ställen. Ofta höra vi äfven våra egna pulsslag, då vi i den tysta natten ligga med örat mot hufvudkudden. Tätt invid hörselorganet löper nämligen en stor pulsåder genom tinningbenet in till hjärnan, och det är dess pulsar, som under de angifna omständigheterna höras såsom rytmiska, dofva slag. Ja vi få stundom på ett mindre behagligt sätt känna vår egen puls, nämligen vid en inflammatorisk svullnad, då en böld håller på att bilda sig i en känslig kroppsdel t. ex. ett finger. Den pulserande, »dunkande» smärta man då erfar, är ingenting annat än intrycket af de små arterernas rytmiska utspänning och tryck på de omgifvande, genom inflammationen i hög grad känsliga nerverna.

Ett rätt egendomligt sätt att iakttaga pulsen hos en annan person — ett sätt, som tillika ger en god föreställning om hjärtslagens kraft — är följande: Man betrakte uppmärksamt den fritt nedhängande foten af en person, som sitter beqvämt och stilla med det ena benet kastadt öfver det andra (bäst vid en middagslur, då inga störande rörelser komma i fråga), och man skall lätt öfvertyga sig om, att foten höjes och sänkes i en viss takt, som öfver-

ensstämmer med pulsens. Denna rätt märkliga företeelse framkallas däraf, att i knävecket löper en stor pulsåder, som vid den nämnda ställningen sammantryckes, men hvars puls är nog kraftig att lyfta hela underbenet och foten.

Ända sedan läkekonstens tidigaste barndom har pulsen spelat en stor roll såsom ett vigtigt tecken för bedömandet af kroppens tillstånd, och detta märkvärdigt nog långt innan man hade någon föreställning om dess verkliga natur eller ens om blodomloppet i allmänhet. Uttrycket »känna någon på pulsen» begagnas ju ännu i dag för att beteckna ett riktigt grundligt genomskådande af en persons hemligaste känslor och afsigter. Och väl förtjänar pulsen i detta afseende att skattas högt, ty för den öfvade, uppmärksamme och klarsynte läkaren angifver han i ganska tydliga drag tillståndet inom ett af organismens allra vigtigaste områden, kärlsystemet — men icke nog därmed — för den, som rätt förstår att tyda hans stumma teckenspråk, berättar han åtskilliga andra hemligheter, hvilka ofta kunna vara af största vigt att känna. Man har konstruerat åtskilliga apparater, genom hvilka pulsen så att säga själf upptecknar sina rörelser. Dessa tillställningar — man benämner dem *sfygmografer*, d. ä. »pulsskrifvare» — hvila oftast på den princip, att den sig utvidgande pulsådern medelbart eller omedelbart verkar på en häfstångsarm tätt vid dess understödspunkt. Häfstångens andra fria ände är försedd med en skrifapparat, som på en förbiglidande yta, t. ex. en kringsvängande cylinder, upptecknar häfstångens rörelser, hvilka då naturligtvis ge en förstorad bild af själfva pulsens.

Pulsen är, såsom vi sett, ett uttryck af den utefter pulsådrorna framilande blodvågen, som utspänner deras väggar. Af det som vi nämnt om sättet för dess uppkomst torde klarligen inses, att detta framilande måste erfordra en viss tid. Däraf är ock en följd, att pulsen icke inträffar samtidigt i alla delar af kroppen utan na-

turligtvis tidigare i de pulsådror, som ligga närmast hjärtat och senare i dem, som äro mera aflägsna från detta blodomloppets centralorgan. Också kan man, om man samtidigt håller den ena handens fingrar på en af de stora halspulsådrorna och den andras på den pulsåder, som löper ned bakom inre fotknölen, ganska tydligt uppfatta, att den senares slag komma litet efter den förras. Tidsskilnaden är visserligen icke stor, men den kan dock mycket väl bestämmas: den uppgår till vid pass $^1/_6$ sekund. Tager man nu i betraktande de nyssnämnda ådrornas olika afstånd från hjärtat, så finner man genom en enkel räkning, att pulsvågen med en hastighet af ungefär 31 fot i sekunden ilar fram genom våra ådror.

Men pulsvågen och den stötvisa påskyndningen af blodströmmen, hvilka båda äro omedelbara följder af hjärtats rytmiska verksamhet, kunna icke bibehålla samma styrka i hela pulsådersystemet. Till deras försvagande samverka dels alla de omständigheter, som föröka motståndet mot blodets strömning, framförallt artererernas förgrening med de många mer eller mindre tvära vinklar och böjningar, som därvid uppkomma och genom hvilka vågen brytes likasom hafvets dyning mot en skäromkransad kust, dels ock det förhållandet, att blodströmmens bana blir mycket vidare genom dessa förgreningar. Det är nämligen med afseende på det sist nämnda klart, att samma kvantitet blod, som uti en åder af en viss kaliber frambringar en viss utvidgning, måste åstadkomma en mycket mindre och kanske knapt märkbar utvidgning af en åder, hvars kaliber är mycket större. Följden af alt detta är slutligen, att det rytmiska inpumpandet af blod i pulsådrorna småningom förvandlas till en jämn strömning i hårrörskärl och vener. Den mekaniska kraft, som hjärtat stötvis och med afbrott utvecklar, har blifvit förvandlad till en stadigt tryckande kraft i de spända arterväggarna, alldeles så som uti en brandspruta pumpkolfvarnas stötvisa verksamhet förvandlas

till den jämna, kontinuerliga utsprutningen ur sprutpipen genom den elastiska kraften hos den i sprutans luftbehållare inneslutna luften. Det är hjärtat, som genom sitt arbete framkallar denna spänning med dess följd, blodtrycket i pulsådrorna, men det är denna spänning och detta tryck, som drifver blodet vidare genom hårrörskärlen öfver till venerna.

Dessa sistnämnda ådrors väggar äro, såsom redan blifvit anmärkt, mycket eftergifligare än arterernas. Tillika veta vi också, att det arteriela blodtrycket eller, med andra ord, den direkt påskyndande drifkraften redan till en mycket stor del förbrukats för att drifva blodet genom hårrörskärlen. Det förefaller då utan tvifvel besynnerligt, att blodet kan med erforderlig hastighet tillryggalägga den i många fall mycket långa vägen genom venerna till hjärtat. Föreställom oss till exempel, hvilka hinder och vedervärdigheter måste möta på vägen från foten uppåt längs hela läggen och buken upp till hjärtat. De vener, som ligga djupare inne mellan musklerna måste, tycker man, sammantryckas vid dessas sammandragningar, de åter, som ligga ytligt, tätt under huden — och de äro både många och ganska stora — borde lida ett hinder vid hvarje beröring med yttre föremål, som i någon mon trycka på huden. Det förefaller i sanning märkvärdigt, att icke genom alla dessa hinder ofta en mer eller mindre fullständig stockning i blodströmningen orsakas. Säkerligen skulle ock denna olycksbringande verkan inträda, om icke särskilda inrättningar funnes, som neutralisera de hämmande inflytelserna eller till och med vända dem till gagn för det nu i fråga varande ändamålet — blodets obehindrade framfärd.

En sådan inrättning finna vi i venernas talrikhet samt egendomliga fördelning i djupliggande och ytliga. Under det nämligen artererna afgifva jämförelsevis få grenar och dessa i allmänhet ligga djupt inne mellan musklerna, bilda venerna talrika sidoordnade eller, såsom man benämner det,

kollaterala kommunikationsleder, af hvilka en del följa artererna och således ligga djupt, men andra löpa helt ytligt tätt under huden. Härigenom vinnes den fördel, att i händelse någondera vägen skulle af en eller annan orsak hämmas, likväl alltid någon af de andra kan tjäna att föra blodet tillbaka till hjärtat.

Men den allra vigtigaste bland de inrättningar, som befordra blodströmningen i venerna, utgöres af de *klaffar* eller ventiler, med hvilka dessa ådror här och där äro försedda. Dessa klaffar bestå af ficklika utsprång från åderns insida — bildningar som i alt hufvudsakligt äro bygda efter alldeles samma princip, som de halfmånformiga klaffarna vid hjärtats pulsådermynningar. Än sitta de enstaka, än åter två eller tre tillsammans, men alltid med fickans mynning vänd mot hjärtat, så att de tillåta blodet att fritt och obehindradt framflyta åt detta håll, men vid den ringaste rörelse af blodet i otillbörlig riktning kastas upp mot hvarandra eller mot åderns motstående vägg och därigenom stänga vägen i denna riktning. Om deras tillvaro kan man äfven på sig själf öfvertyga sig. Hos de flesta människor synas de ytliga venerna på underarmen ganska väl såsom blåaktiga strängar skimra fram genom huden, och de kunna göras ännu tydligare, om man med den andra handen kraftigt omfattar och sammantrycker armen i närheten af armbågen. Genom denna åtgärd sammantryckas dessa vener, blodströmningen i dem hämmas och de utspännas af blod, som oupphörligt tillflyter nedifrån. Om man nu med handen under stadig tryckning stryker nedåt längs underarmen, ser man på dessa ådror plötsligt uppsvälla likasom små knölar, hvilka icke härröra af något annat än just dessa klaffar, som vid blodets tillbakaträngande stängas och komma de närmast ofvanför dem belägna delarna af venen att starkare ansvälla.

Genom dessa klaffar tvingas blodet i venerna att alltid röra sig i riktning mot hjärtat, och hvarje öfvergående

sammantryckning af dessa ådror måste följaktligen alltid befordra en viss myckenhet blod framåt, då det ju icke kan vika tillbaka. Upprepas nu sådana sammantryckningar ofta, såsom vid rörelser, då ett stort antal muskler omväxlande sammandraga sig och förslappas, så måste ju detta komma att verka såsom ett riktigt pumpverk, ungefär så som sammantryckningarna af en kautschuksklysopomp pumpa vatten i en viss riktning.

Men det återstår oss ännu flera andra inrättningar, som befordra blodströmningen i venerna, och hvilka till en väsentlig del just i följd af klaffarnas tillvaro kunna betraktas såsom verkliga pumpapparater. Ett slag af dessa finnas vid de flesta af kroppens ledgångar, men i synnerhet på de ställen, der lemmarna öfvergå i bålen, således vid ljumskarna, skuldrorna och i nedre delen af halsen. Här äro öfver de stora venerna spända stadiga senhinnor — anatomerna benämna dem »fascier» — vid hvilka den ytligaste delen af venväggen vanligen är fäst. Vid vissa rörelser, och ej sällan genom särskilda för detta ändamål afsedda muskler, spännas dessa hinnor starkare och så att säga lyftas upp från sitt underlag, hvarigenom venens väggar dragas i sär och en sugning utöfvas, som, tack vare klaffarna, verkar i hög grad till påskyndande af blodströmningen.

En annan sak, som tjänar samma ändamål, och vid hvilken man först i den senaste tiden fäst uppmärksamhet, torde här icke häller böra förbigås. Det är nämligen den omständigheten, att venerna vid ledgångarnes omväxlande rörelse i hög grad än förlängas genom uttänjning, än åter förkortas i följd af deras stora tänjbarhet och det sätt, på hvilket de äro fästa vid andra delar. Detta gäller så väl extremiteternas vener, som äfven och företrädesvis den största venen af alla, den nedre hålådern, som förer blodet från största delen af den nedre kroppshalfvan upp till hjärtat. Hon är så belägen vid bukens bakvägg utmed fram-

sidan af ryggraden, att hon måste följa dess rörelser. Då kroppen hukas tillsamman, förkortas hon i hög grad för att åter förlängas, då han reses upp och i ännu högre grad, då han böjes baköfver. Nu har man också genom direkta försök visat, att vid en sådan förlängning ådern rymlighet betydligt förökas, och det är då lätt att inse, att vid hvarje sträckning af kroppen och ännu mer vid dess böjning baköfver en sugning kommer att utöfvas på alla de vener, företrädesvis de nedre extremiternas, från hvilka den nedre hålådern mottager tillflöden. Vid de nedre extremiteternas utsträckning, såsom då man står med kroppen något bakåtlutad, läggarna något i sär och fotspetsarna vända något utåt, äro ock de nedre extremiteternas vener som mest uttänjda på längden, på samma gång de nyssnämnda senhinnorna då äro som mest spända. Det samma är förhållandet med venerna på armarna, då dessa äro utsträkta samt förda något bakåt mot ryggen och med händerna knutna. Hvad slutligen beträffar halsens stora vener, hvilka föra blodet ned från hufvudet, så äro de som mest uttänjda, då hufvudet är böjdt bakåt med ansigtet vettande uppåt. Märkvärdigt nog sammanfaller denna kroppsställning i sina minsta detaljer med den man ofrivilligt antager, då man, efter att länge hafva suttit nedhukad vid något arbete, »sträcker på sig», såsom man säger. Detta sammanfallande är tydligen något mera än ett blott tillfälligt sammanträffande och antyder, huru själfva vår natur lärt oss denna instinktmessiga gymnastik. Ty under den föregående nedhukade och orörliga ställningen har blodets lopp i snart sagdt alla kroppens vener varit mer eller mindre försvåradt, och den så behagliga utsträckningen har således till tydligt syftemål att godtgöra detta genom en kraftig sugning i alla kroppens större vener. En annan omständighet kommer ytterligare härtill och förstärker ännu mera den afsedda verkningen af den i fråga varande rörelsen. Det är nämligen, att den samma nästan alltid är

förenad med eller omedelbart åtföljes af en djup inandning, och hvilken mäktig inflytelse denna utöfvar på tömmandet af de stora venerna närmast bröstkorgen, hafva vi redan i det föregående (sid. 46) lärt känna.

Af alt detta finna vi, huru djupt grundadt i självfva vår organisation behofvet af rörelse är, och vi inse följaktligen, af hvilken välgörande inverkan en förnuftigt anordnad gymnastik måste vara, framför alt för sådana människor, hvilka af yrke, tjänstebefattningar, sjuklighet eller andra orsaker tvingas eller förledas till ett altför stillasittande lefnadssätt. Synnerligen vigtigt måste det vara att taga denna omständighet i betraktande med afseende på den uppväxande ungdomen i våra skolor, där ofta ett under flera timmar fortsatt bibehållande af samma, för en obehindrad blodströmning i venerna alt annat än fördelaktiga kroppsställning icke kan annat än verka skadligt. Det är i detta hänseende tydligen mycket bättre att då och då med korta mellantider låta eleverna stiga upp och företaga några enkla för ändamålet afpassade rörelser än att uppskjuta dessa till en särskild gymnastiktimme, under hvilken alt som felats under de föregående skall, men icke kan, godtgöras.

De krafter, som hålla venströmmen i vederbörlig gång, äro således till en del i flera afseenden olika mot dem, som drifva blodet fram i pulsådrorna och genom hårrörskärlen. I dessa sistnämnda är det hjärtats bakifrån pådrifvande pumpslag, som omedelbart eller medelbart genom det arteriela blodtrycket håller strömmen i gång; i venerna däremot samverkar med detta senare, såsom vi sett, en mängd andra inrättningar af olika art och beskaffenhet. Självfva naturen af flera bland dessa förer det med sig, att deras verksamhet icke alltid kan vara af samma styrka, ja ofta alls icke göra sig gällande. Det är därför tydligt, att blodströmningen i venerna och i sammanhang därmed trycket i dessa ådror måste vara underkastade betydligare väx-

lingar än i artererna, hvilka icke i lika grad äro utsatta för eller påverkas af sådana inflytelser, som kunna framkalla betydande förändringar inom vensystemet.

Antagom till exempel, att en ven, som bildar den enda eller hufvudsakligaste afloppskanalen för ett visst hårrörsområde, genom ett på henne verkande tryck helt och hållet eller i betydlig mon sammanklämmes, vare sig att detta sker genom altför hårdt åtdragna band, trångt sittande klädesplagg eller genom sjukliga svulster af ett eller annat slag. Afloppet från det i fråga varande hårrörsområdet måste då tydligen komma att i större eller mindre grad försvåras eller rent af hämmas. Det är lätt att inse, hvad följden af ett sådant tillstånd måste blifva. Är afloppet fullständigt hindradt, så tillflyter oupphörligt blod från hårrörskärlen, ända till dess de vener, som ligga bakom hindret, blifvit så utspända, att trycket i dem uppnått samma höjd, som i de pulsådror, hvilka förse det i fråga varande området. Blodet blir då i hela denna sträcka af vener, hårrörskärl och arterer ända till närmaste fria artergren alldeles stillastående, men utöfvar tillika på alla dessa ådrors väggar ett lika starkt tryck, som i den nämnda artergrenen. Deraf måste ju de allra betänkligaste följder för den af en sådan olycka träffade kroppsdelen inträda. Först och främst omöjliggöres utbytet mellan blodets flytande beståndsdelar och väfnadssaften, hvilka båda efter en viss tid få i det närmaste samma kemiska sammansättning. De affallsämnen, som uppstå vid väfnadselementens verksamhet och hvilka för dem äro icke blott odugliga, utan äfven skadliga, kunna icke bortskaffas, och lika litet kan någon tillförsel af nya näringsämnen ega rum annat än på ett mycket ofullkomligt sätt genom diffusion med omgifvande friska delar. Genom det ofantligt förökade tryck, som nu råder både i hårrörskärl och vener, utpressas en betydligt större myckenhet än förut af blodets flytande beståndsdelar i saftrummen, hvilka i följd häraf utspännas, ända till dess

trycket i den vattendränkta väfnaden uppnår samma höjd, och det tillstånd inträder, som man benämner »vattensvullnad» (»vattusot») eller »ödém».

Är afloppet genom venerna ej fullständigt hämmadt, utan endast i högre eller ringare grad försvåradt, så blifva de olyckliga följderna visserligen icke så svåra, att delens bestånd såsom lefvande omedelbart hotas, men de blifva till arten de samma. Ökadt blodtryck i hårrörskärlen och framför alt i venerna med däraf framkallad ökad utsvettning af vätska i väfnaderna samt förlångsammad blodströmning med dess följeslagare — otillräckligt utbyte mellan blodet och väfnadssaften — inträda alltid under sådana förhållanden, men naturligtvis i olika grad, alt efter som orsaken — hindret för blodets aflopp — är mer eller mindre betydande. Om denna venernas omåttliga utspänning genom det ökade blodtrycket fortfar en längre tid, så inträda vigtiga sjukliga förändringar i deras väggars beskaffenhet. De uttänjas mer och mer, och slutligen lider deras elasticitet, så att de icke vidare kunna återtaga sin ursprungliga kaliber, äfven om trycket åter minskas. De ofta ytterst besvärliga åkommor, som äro allmänt bekanta under benämningarna »åderbråck» samt »hämorroider», leda nästan alltid sitt ursprung från en sådan orsak.

Af alt detta inses lätteligen, huru berättigad läkarnes oaflåtliga opposition mot snörlif och i allmänhet trångt åtsittande kläder (strumpeband o. d.) är. Huru ofta klaga icke svaga fruntimmer öfver att fötterna, synnerligast om kvällarna, svullna och blifva ömmande, enär de i detta tillstånd äro för stora för de, äfven för friska fötter vanligen alt annat än rymliga skodonen? I de flesta fall skall man då vid närmare undersökning finna, att den närmast framkallande orsaken är att söka i strumpebanden, som alltid mer eller mindre hämma afloppet från foten och underbenet genom att sammantrycka venerna och naturligtvis göra det i hög grad, om de, såsom vanligen är fallet, äro

för hårdt åtdragna. Frågar man damen, om icke detta verkligen är händelsen, svarar hon säkert: »Ah de sitta så löst, att man kan sticka in flera finger mellan bandet och strumpan», och detta kan nog, tack vare hudens och de därunder liggande delarnas sammantrycklighet, ega sin riktighet, men icke dess mindre finner samma person, då hon afdrager strumpan, i huden en djup fåra — ett ojäfvigt vittnesbörd om det tryck, som det »så löst» sittande strumpebandet utöfvat. Om snörlifvets skadlighet har så mycket blifvit taladt och skrifvet, att det torde vara öfverflödigt att här yttra något därom. Tillämpningen af det ofvan sagda på i fråga varande persedel är dess utom så enkel, att hvar och en med någon eftertanke själf kan göra den, och denna tillämpning är så mycket vigtigare, som det här gäller stora venösa afloppskanaler, af hvilka snart sagdt hela den nedre kroppshälftens cirkulationsförhållanden bero. Lyckligtvis torde de fordom så allmänt begagnade fruktansvärda kyrasserna numera vara tämligen allmänt aflagda — men säkerligen återstår äfven på detta fält mången seger att vinna för en sundare och fördomsfri uppfattning af vilkoren för organismens hälsa och trefnad.

Sedan vi nu känna banorna för blodströmmen, de krafter, som sätta honom i rörelse samt de hinder, som ställa sig i hans väg, torde det kunna vara af något intresse att söka svar på den frågan: Huru hastig är denna rörelse? Man måste därvid tydligen göra en bestämd åtskilnad mellan den tid, som erfordras för att en blodpartikel, t. ex. en röd blodkropp, skall hafva fullbordat ett helt kretslopp, och den hastighet, med hvilken han rörer sig framåt inom ett visst stycke af strömbanan. Denna senare måste nämligen vara mycket olika alt efter vidden af den afdelning af ådersystemet, som är i fråga. Nu är strömbanan såsom ett helt betraktad trängst i pulsådrorna och i synnerhet i aorta, vidast däremot i hårrörskärlen tillsammantagna samt blir åter trängre i venerna, utan att likväl ens vid hålve-

nernas inmynnande i hjärtat sammanträngas så mycket, som i aorta. Likasom en flod, då dess bädd är hopträngd mellan höga stränder, ilar fram med rask fart, men däremot makligt och nästan omärkligt glider framåt, då bädden vidgar sig, så är också i blodkärlssystemet strömmen hastigast i pulsådrorna, något långsammare i venerna och allra långsammast i hårrörskärlen. Hos djur har man kunnat med ganska stor noggrannhet bestämma denna hastighet, och de resultat, man därvid erhållit, låta utan tvifvel äfven använda sig på människan. Enligt dessa bestämningar skulle blodet i aorta rusa fram med en fart af omkring 400 millimeter eller $1^1/_3$ svensk fot i sekunden. I en pulsåder på foten af en häst fann man hastigheten redan hafva sjunkit till 56 millimeter. I en af de stora halsvenerna hos en hund var den 225 millimeter i sekunden. I hårrörskärlen i människans näthinna krypa blodkropparna fram med en hastighet af endast omkring $^3/_4$ millimeter eller ungefär $^2/_5$ linie, samt i grodans hårrörskärl med endast $^1/_2$ millimeter i sekunden. Då man betraktar simhinnan på en grodfot i mikroskopet, synes det visserligen, som om blodet skulle röra sig med mycket större snabbhet än den nu angifna, men man måste därvid komma i hog, att på samma gång som de vägstycken, blodkropparna tillryggalägga, synas i förstorad skala, så måste ju också hastigheten i samma mon synas förstorad. De fakta, vi nyss anfört, äro af stort intresse, ty de visa oss, att blodet under sin färd genom kroppens särskilda delar under den ojämförligt längsta tiden uppehåller sig på de ställen, där det har sitt egentliga arbete att förrätta. Medan det med jämförelsevis stor hastighet rusar fram genom de stora till- och afloppskanalerna, pulsådror och vener, dröjer det länge inom hårrörskärlen, och det är just där, som utbytet med väfnadssaften samt genom denna med cellerna eger rum.

Den förra frågan, eller huru lång tid som erfordras för ett helt omlopp, synes vid första påseendet erbjuda

stora svårigheter för besvarandet, men den experimentela fysiologien har likväl lyckats med tillräcklig noggrannhet finna detta svar. Frågan skulle naturligtvis vara löst, om man kunde igenkänna någon viss del af blodet och således kunde iakttaga, huru lång tid som förflöte mellan denna delens afgång från och återkomst till samma ställe. Men detta är, såsom lätt inses, omöjligt, och därför måste man i stället på konstig väg så att säga »märka» en del af blodet för att kunna igenkänna den. Detta möter också med kemiens tillhjälp ingen stor svårighet. Det finnes en saltartad förening kallad rödt blodlutssalt (kaliumjärncyanid), som, äfven om den är tillstädes i ytterst ringa myckenhet, i en lösning af järnvitriol (svafvelsyrad järnoxidul) ögonblickligen framkallar en djupt blå färg. Om man i en blodåder, t. ex. i en af de stora halsvenerna, hos ett djur insprutar en liten kvantitet af det röda blodlutssaltet, som icke inverkar skadligt på blodet, och därpå i ett kärl med järnvitriollösning uppfångar det blod, som utflyter från den periferiska, d. v. s. från hufvudet kommande delen af samma åder eller motsvarande på andra sidan, så kan man naturligtvis angifva, huru lång tid som förflutit mellan insprutningen och det ögonblick, då den blåa färgen först visar sig. Dylika försök hafva ådagalagt, att blodomloppet fullbordas hos människan på ungefär 23 sekunder, hos hästen på 31 $^1/_2$, hos hunden på 16 $^3/_4$ och hos kaninen på 7 $^1/_2$ sekunder, hvaraf synes, att djurets storlek utöfvar ett betydligt inflytande på dess blods omloppstid. Men märkvärdigt nog synes det, som om hos alla däggdjur ungefär samma förhållande skulle råda mellan denna omloppstid och det antal hjärtslag, som erfordras att under denna tid drifva blodet omkring. Man har nämligen hos alla i detta hänseende undersökta djur funnit samma tal, nämligen omkring 26—28 hjärtslag.

Det är med den kännedom vi ega om ådersystemets anordning lätt att i tanken följa blodlutssaltets partiklar

på den väg de under den nämnda tiden tillryggalägga. Utföres insprutningen i halsvenen, så komma de genast in i öfre hålvenen, genom denna in i högra förmaket och vidare i högra kammaren. Därifrån drifvas de af nästa hjärtslag ut i lungpulsådrorna, genom lungornas hårrörskärl till lungvenerna, sedan in i venstra förmaket och därifrån i venstra kammaren. Från venstra kammaren pressas de ut i aorta, och en del af dem följa någon af dess grenar upp till halsen och hufvudet, tränga sig där igenom hårrörsnäten och återvända genom de vener, som inmynna i de stora halsvenerna. Naturligtvis kunna icke alla blodkroppar eller saltpartiklar fullborda sin resa på alldeles lika lång tid, ty vägens längd är ju mycket olika. Så t. ex. måste det ju fordra mycket mindre tid att genomgå hjärtats egna ådror än att tillryggalägga den långa vägen ned till stortån, genom dess hårrörskärl och tillbaka igen, eller ned till tarmarna för att genom deras hårrörskärl, portådern, lefverns hårrörskärl och lefvervenerna återvända till hjärtat. De angifna talen få därför endast betraktas såsom ungefärliga medeltal.

Sedan vi sålunda tagit i betraktande blodets lopp och dettas drifkrafter, kunna vi nu återvända till *saftrummen* och de dem omgifvande väfnadselementen och tillse, huru blodomloppet kommer att inverka på väfnadssaftens myckenhet och sammansättning. Vi hafva sett, att i de minsta artererna samt i början af kapillarerna råder ett jämförelsevis mycket betydligt tryck, som hastigt sjunker vid öfvergången till venerna. Följden häraf blir naturligtvis, att från de förra ådrorna och i synnerhet från kapillarerna utsvettas en del af blodets flytande beståndsdelar, framför alt vatten och några salter. Blodet blir härigenom fattigare på dessa beståndsdelar, således mera koncentreradt. Helt annorlunda blir förhållandet mellan de minsta venerna och de dem närmast omgifvande saftrummen. I dessa vener är trycket jämförelsevis ringa och sannolikt

icke nämnvärdt öfverstigande trycket i saftrummen; venväggarna äro tunna, och således alla omständigheter för handen, som böra befordra en liflig diffusionsströmning (osmôs) mellan saftrummens och venernas innehåll. Väfnadssaften återlemnar härvid en del af sitt vatten, afbördar sig på samma gång åtskilliga ämnen, som äro produkter af väfnadselementens verksamhet och böra bortskaffas, samt erhåller i utbyte från blodet andra ämnen, hvilka behöfvas för elementens näring och arbete. Man kan således säga, att det utom och jämsides med den direkta strömmen genom blodkärlen äfven ständigt fortgår en annan långsammare, men icke mindre vigtig, strömning från de saftrum, som omgifva de minsta artererna, till dem, som omedelbart gränsa intill de små venerna. Det är såsom en bäck, hvilken flyter genom ett kärr. Utom den direkta strömmen i bäckens fåra fortgår äfven oupphörligt en långsam strömning genom kärrets vattendränkta jord- eller mosslager, och bäckens vid inträdet i kärret kanske alldeles ofärgade vatten har vid utträdet därur antagit en brunaktig färg af de beståndsdelar, hvilka han genom denna kollaterala eller sidoströmning upptagit från kärrets förmultnande växtämnen. Genom det starka blodtrycket i de små artererna tillförsäkras saftrummen en viss fyllnadsgrad, och genom den betydliga skilnaden i tryck vid kapillarkärlens början och deras slut underhålles i den väfnaderna genomdränkande vätskan en oupphörlig strömning, ett oupphörligt ombyte af beståndsdelar.

Blodkärlen kunna således, såsom vi hafva sett, åstadkomma en verklig »dränering» af väfnaderna genom den osmôs, som är en följd af deras väggars genomsläppande beskaffenhet. Men vi hafva i det föregående äfven sett, huru många hinder det vederbörliga afflödet genom venerna har att öfvervinna, och vi känna likaledes de olyckliga följder, som inträda, då detta afflöde i väsentlig mon förhindras. I enstaka kapillarområden kunna sådana tillfäl-



Bild 13. Skematisk framställning af bålens förnämsta lymfkärl. *a*, föreningen af stora halsvenen och nyckelbensvenen på högra sidan; *b*, det samma på venstra sidan och därjämte inmynningsstället för bröstgången, *l*.

liga stockningar näppeligen undgås. Kunna då saftrummen icke afbörda sig sitt innehåll på någon annan väg än genom venernas väggar? Jo det finnes verkligen en mera direkt afloppsväg, på hvilken detta till en viss grad kan ske oberoende af de så växlande tryckförhållandena i venerna. Denna förrättning utföres af *lymfkärlssystemet* (bild 13). I de allra flesta väfnader finnes utom det nät, som bildas af blodkapillarerna, ett annat nät af kanaler, som stå i förbindelse med saftrummen. Dessa kanaler eller gångar (bild 14) — de sakna i egentlig mening självständiga väggar — äro



Bild 14. Nät af lymfkapillarer i människans hud, förstorade.

i allmänhet vidare och mindre regelbundna än blodkapillarerna, och de kunna i de flesta fall äfven vid den noggrannaste mikroskopiska undersökning icke upptäckas, om de icke med konst blifvit fylda med något färgämne, som gör dem synliga. Detta härrör dels däraf, att de sakna den begränsning af självständiga väggar, som utmärker äfven de finaste blodkapillarer, dels också däraf, att de äro fylda af en i de flesta fall fullkomligt genomskinlig och ofärgad vätska.

Denna vätska är icke något annat än väfnadssaft, men hon benämnes här vanligen *lymfa,* och själfva kanalerna hafva fått namn af *lymfkapillarer.* Förr eller senare samla sig lymfkapillarerna till verkliga, med mycket tunna väggar försedda rör, *lymfkärl,* hvilka slutligen, sedan de genom



Bild 15. *Bukhålans förnämsta lymfkärl och lymfkörtlar.*
a, Aorta; *a'* nedre hålvenen; *b, c,* delar af mellangärdet; *d,* högra njuren; *e,* högra binjuren; *1,* början af bröstgången.

förening med andra uppnått en viss storlek, vanligen åtfölja blodkärlen. De utmärka sig från dessa senare genom åtskilliga karakteristiska olikheter. De äro mycket rikligt försedda med klaffar, af samma beskaffenhet som venernas,

och dessa sitta så tätt, att lymfkärlen, då de äro starkt fylda, få ett egendomligt perlbandslikt utseende genom de utbuktningar, som därvid uppstå bakom hvarje klaff. Vidare löpa lymfkärlen vanligtvis långa vägar utan att upptaga några tillflöden, så att de på stora sträckor bibehålla ungefär samma vidd. Deras väggar äro mycket tunnare än blodkärlens, och detta i förening med deras vanligen ofärgade innehåll förorsakar, att äfven större stammar endast med stor svårighet kunna ses. Slutligen genomlöpa lymfkärlen (bild 15) vissa egendomliga organ, *lymfkörtlarna,* till hvilka ingen motsvarighet finnes inom blodkärlssystemet. Därefter samla de sig till några få stammar, af hvilka den största kallas *bröstgången,* och inmynna till sist i de stora vener, som från armarna och halsen inträda i brösthålan och där bilda den öfre hålvenen.

Lymfkärlen kunna därför betraktas såsom ett supplement till venerna. Den del af den från blodkapillarerna i saftrummen utsvettade vätskan, som icke kan bortföras genom venerna, tager sitt aflopp genom lymfkärlen, men kommer slutligen icke dess mindre blodet åter till godo, ty hela lymfkärlssystemet tömmer sig, såsom nyss nämndes, i ett par stora vener i grannskapet af hjärtat. Då vi känna de svårigheter, hvilka blodströmmen i venerna har att öfvervinna, måste det utan tvifvel förefalla besynnerligt, att lymfströmmen, som till en del mötes af ännu större hinder och dess utom har mycket mindre pådrifvande krafter till sitt förfogande, kan hållas i gång. Hvad först hindren beträffar, så äro en del af dem de samma, som vi redan lärt känna i venerna, men de verka här så mycket kraftigare, som lymfkärlen hafva mycket tunnare väggar och således ännu lättare kunna sammantryckas. Men härtill kommer ännu ett annat, från hvilket venerna äro fria, och detta är lymfkörtlarna. Dessa organ sätta, såsom vi längre fram skola se, ett jämförelsevis mycket stort motstånd mot lymfans strömning. Öfver hvilka drifkrafter har då denna

ström att förfoga? Den egentliga pådrifvande kraften hafva vi tydligen äfven här att söka i det starka trycket i de minsta pulsådrorna och i blodkapillarerna, ty det är genom detta tryck som saftrummen — lymfkärlens källor — fyllas. Vidare måste själfva stället för lymfströmmens inmynnande i blodströmmen, i de stora venerna vid ingången till brösthålan, i icke ringa mon befordra lymfans strömning, ty i dessa vener är trycket under vanliga förhållanden och i synnerhet vid inandning lägre än det yttre lufttrycket, och i följd häraf så att säga suges lymfan in i de nämnda venerna. Slutligen måste äfven de tryckningar och klämningar, för hvilka lymfkärlen äro utsatta från omgifvande muskler, vara ett kraftigt befordringsmedel, ty genom de talrika klaffarna måste den i lymfkärlen inneslutna vätskan vid hvarje tryckning skjutas ett stycke framåt, hvaremot all rörelse i motsatt riktning förhindras. Direkta försök hafva äfven visat, att vissa inrättningar, bestående i särskilda anordningar af senhinnor (fascier) vid vissa aktiva eller passiva rörelser mäktigt befordra lymfströmmen.

Det är klart att med de svaga och till sin styrka växlande drifkrafter, som stå till lymfströmmens förfogande och med de betydliga, men växlande, motstånd den har att öfvervinna, denna strömning måste vara i allmänhet mycket långsam och tillika mycket ojämn. Nyare undersökningar hafva i detta afseende fullkomligt bevisat det mäktiga inflytande, som så väl aktiva och passiva rörelser (frisk- och sjukgymnastik) som äfven knådningar, strykningar och tryckningar (massage) utöfva till befordrande af lymfans strömning eller med andra ord till tömmande af saftrummen och ombyte af deras innehåll. Då nu en mängd sjukliga rubbningar hafva sin grund i saftrummens öfverfyllnad med en för väfnadselementen skadlig vätska, såsom vid inflammatoriska ansvällningar, åtskilliga former af reumatism, neuralgi o. s. v., inses lätt, hvilket kraftigt stöd den senare tidens grundligare undersökning af lagarna för lymfström-

men skänkt dessa sedan läkekonstens barndom utöfvade, men dock af själfva läkarne först i senaste tid beaktade behandlingsmetoder. Likaledes är det klart, att alt det som i det föregående blifvit sagdt om nyttan af rörelser samt den skadliga inflytelsen af trånga klädesplagg och hårdt åtdragna band i fullaste mått kan tillämpas på lymfkärlen lika väl som på venerna.

Lymfan kan med afseende på dess sammansättning betraktas såsom ett något utspädt blodplasma och har lika som detta den märkvärdiga egenskapen att, sedan hon lemnat kroppen, koagulera. De klara blåsor, som bilda sig vid åtskilliga hudsjukdomar (smittkoppor, vaccinkoppor m. fl.), vid brännskador och under »dragplåster», äro fylda med en vätska, hvilken kan gifva en god föreställning om lymfans eller väfnadssaftens utseende och beskaffenhet. Likaså bestå de ofta betydliga utgjutningar, som vid vissa sjukdomar samla sig i bukhinnans, lungsäckarnas, hjärtsäckens och hjärnhinnornas kaviteter, af väfnadssaft, som på olika ställen och vid olika tillfällen har något olika sammansättning.

Utom sin uppgift att vara så att säga ett säkerhetsaflopp för saftrummen har en del af lymfkärlssystemet en annan mycket vigtig uppgift att fylla. Det är nämligen genom en del af dessa kärl, som blodet mottager tillförsel af flera vigtiga beståndsdelar, nämligen genom de lymfkanaler, som i så stor mängd genomdraga magsäckens och tarmarnas slemhinnor. Under matsmältningsprocessen inträda i dem från de nämnda organens kaviteter dels upplösta, dels äfven fint uppslammade näringsämnen, som sedan genom lymfkärlen föras vidare för att slutligen införlifvas med blodet. Den vätska, som under matsmältningen strömmar i dessa kärl, har i följd af sitt säregna ursprung också helt naturligt en från den vanliga lymfan afvikande beskaffenhet. Framför alt är den rik på fett i fint fördeladt (emulgeradt) tillstånd, och denna beståndsdel förlänar den ett karakteristiskt mjölkliknande utseende. Den be-

nämnes ock »mjölksaft» (*chylus*) och de kärl, i hvilka den strömmar, hafva fått namnet »mjölksafts»- eller »chyluskärl» (se vidare härom O. Hammarsten Om Matsmältningen: »Ur Vår Tids Forskning N:r 16 sid. 102.)

Men ännu återstår en sida af lymfsystemets verksamhet, som vi icke få lemna opåaktad. Den vätska, som under matsmältningen strömmar i chyluskärlen, är en rå näringssaft, som ännu icke är i det skick, att den bör blandas med blodet, och likaledes torde den från kroppens skilda delar strömmande vanliga lymfan, belastad såsom den är med en mängd affallsämnen från väfnaderna, icke häller vara i ett för öfvergång till blodet lämpligt skick. Detta kunna vi sluta däraf, att såväl chylus, som all lymfa måste genomgå särskilda redskap, hvilka utan tvifvel hafva till uppgift att i dessa vätskor åstadkomma vissa nödvändiga förändringar. Dessa redskap äro *lymfkörtlarna.* I hufvudsak utgöras de af mycket fina, af strängar eller balkar bildade nätverk, hvilkas maskor äro fylda med celler, som till form och beskaffenhet likna de hvita blodkropparna. Lymfan måste sila igenom alla dessa nät och söka sin väg mellan de talrika cellerna. Den mest i ögonen fallande förändring denna vätska undergått under sin färd genom lymfkörtlarna består däri, att hon blifvit ganska rik på hvita blodkroppar, af hvilka hon dess förinnan endast innehöll mycket sparsamma exemplar. Det är således ganska säkert icke blott att de i lymfkörtlarnas maskor inpackade cellerna i kemiskt hänseende inverka förändrande på den mellan dem framglidande vätskan, utan äfven att dessa celler, en efter annan, lemna sin dittills varande vistelse- och sannolikt äfven födelseort för att följa med strömmen och af denna småningom framforslad till blodkärlen i blodets sjudande hvirflar fullborda sin förmodade kallelse — att förr eller senare blifva en röd blodkropp och efter fullgjordt värf i kroppssamhällets tjänst dö bort för att efterträdas af andra.

Åtskilliga andra organ, som stå i ett närmare sammanhang med blodkärlssystemet, hafva utan tvifvel äfven till uppgift att inverka på blodplasmats sammansättning och beskaffenhet eller på de i blodet kringflytande cellernas daning och utveckling samt deras slutliga förstöring och bortskaffande, sedan de en gång spelat ut sin roll. Nästan alla dessa redskap kunna, oaktadt alt det forskningsarbete, som på dem blifvit nedlagdt, ännu betraktas såsom fysiologiska gåtor — så litet känna vi med säkerhet om deras verksamhet. Bland dem må här nämnas mjälten, sköldkörteln, bresskörteln (thymus) och binjurarna. Såsom verksam vid bortskaffandet af de utnötta röda blodkropparnas rester kunna vi med tämligen stor visshet betrakta lefvern, ty de egendomliga ämnen, som gifva gallan dess färg och i ganska stor myckenhet lemna kroppen med exkrementen, leda med all sannolikhet sitt ursprung från hämoglobinet, blodkropparnas röda färgämne.

Likasom den vätska, i hvilken väfnadselementen lefva, ständigt måste ombytas, så måste äfven blodet, som besörjer detta ombyte, självt oupphörligt förnyas. Vi hafva redan lärt känna en väg, på hvilken det erhåller tillförsel af nytt material, nämligen chyluskärlen. Men äfven de blodkapillarer och vener, som bilda rika nätverk på mag- och tarmväggarnas inre yta, äro i detta afseende vigtiga källor, ty äfven i dem inträda genom osmôs från matsmältningsorganens innehåll en mängd i vatten lösta näringsämnen. För underhållandet af den syrsättning (förbränning), som är oskiljaktigt förbunden med alt organiskt lif, är en ständig tillgång på syre oundgänglig. Denna gas upptages i lungorna af de röda blodkropparna, och dessa föra det sedan omkring till kroppens alla delar. Men blodet måste också för att hållas i vederbörligt skick befrias från en mängd affallsämnen, med hvilka det under sin färd genom kroppens väfnader, genom tillflödet af lymfan och genom sina egna lefvande cellers verksamhet oupphörligt

förorenas. Det ljusröda, med syre nästan mättade blod, som ilar fram genom pulsådrorna, återvänder genom venerna mörkt och betydligt fattigare på syre, men i samma mon öfverlastadt med kolsyra, och äfven den lymfa, som tömmer sig i de stora venerna vid ingången till brösthålan, är rik på denna gas, som är en produkt af det i kroppens alla väfnader så rikligt förekommande kolets förbränning. Samtidigt med upptagandet af syre aflemnar blodet i lungorna hvad det har för mycket af kolsyra, och så rusar det å nyo åstad för ett nytt kretslopp med samma resultat. Genom det i alla väfnaders sammansättning ingående vätets förbränning bildas en stor myckenhet vatten. Det öfverskott af detta ämne, som härigenom uppstår, ångar dels bort genom lungorna med utandningsluften, dels genom huden såsom omärklig utdunstning eller såsom svett, och dels flyter det i en långsam ström genom njurarnas körtelrör samt urinledarna ned i urinblåsans reservoar, från hvilken det då och då i större myckenhet på en gång uttömmes, tagande med sig en hel här af upplösta salter och kväfvehaltiga affallsämnen, produkter af det i väfnadernas sammansättning ingående kväfvets syrsättning. En liten del af dessa salter och affallsämnen åtföljer äfven svetten, och andra aflägsnas från kroppen genom de beståndsdelar af gallan och tarmafsöndringarna, som i exkrementen åtfölja de osmälta eller odugliga resterna af den intagna födan. Så går, så att säga, tvärt igenom det kretslopp, som blod- och lymfströmmen bilda, en långsam, men ständig ämnesström. Nya ämnen komma in i blodet och föras en längre eller kortare tid omkring i dess hvirfvel för att på ett annat ställe lemna den, sedan de utfört det arbete, hvaraf de varit mäktiga. Likasom blodet i den lefvande, friska kroppen aldrig är stillastående, så är det icke häller någonsin i två på hvarandra följande ögonblick fullkomligt det samma. En närmare skildring af denna ämnesströmning ligger emellertid icke i planen för denna framställning,

men det återstår oss ännu att taga i betraktande en mycket väsentlig del af den undransvärda mekanism, som är dess föremål.

Hjärtats outtröttliga arbete frambringar, såsom vi hafva sett, i pulsådrorna ett tryck, som icke blott drifver blodet genom de trånga kapillarerna öfver i venerna, utan äfven med tillhjälp af åtskilliga bi-inrättningar genom venerna tillbaka till hjärtat samt dess utom i saftrummen och lymfkärlen underhåller en ständig strömning, hvarigenom den vätska, i hvilken väfnadselementen lefva, ständigt ombytes och hålles vid en för deras lifsverksamhet tjänlig sammansättning. Men här framställer sig otvunget en vigtig fråga. Väfnadselementens behof af denna väfnadssaftens förnyelse måste tydligen vara mycket olika vid olika tillfällen. Hvarje cell är, så länge den lefver, utan tvifvel en härd för kemiska omsättningar, hvilka kräfva tillförsel af nytt material och bortförande af gammalt, men det är klart, att detta kraf måste vara ofantligt mycket större, då cellen är i ett tillstånd af lifligare verksamhet, än då den befinner sig i hvila. Låtom oss taga ett exempel. Då en muskel utför ett arbete genom den samfälda verksamheten hos alla de muskelceller, af hvilka den är sammansatt, så är detta arbete en produkt af de kemiska omsättningar, som därvid ega rum i muskelcellerna. Dessa omsättningar måste nu tydligen vara mycket lifligare, förbrukningen af material således mycket större i den arbetande muskeln än i den hvilande. Den in- och utförsel, som är jämt tillräcklig för att tillfredsställa de hvilande muskelcellernas behof, måste således blifva otillräcklig för de arbetande. Och då musklerna utgöra en så betydlig del af kroppens massa, hvilken skilnad i anspråk på saftströmningen hos en sofvande människa, hvars allra flesta muskler befinna sig i hvila, och hos en arbetande, där motsatsen eger rum! Och så är förhållandet med nästan alla kroppens redskap. Än arbetas på ett håll, än på ett annat, och arbetstiderna omväxla med perioder

af relativ overksamhet. Denna växling i behofven måste vara tillgodosedd, om kärlsystemets ändamål skall fullständigt uppnås. Ett sådant tillgodoseende kan ske på två olika sätt. Antingen kan blodströmningen och därmed saftströmningen genom väfnaderna redan från början vara så rundligt tilltagen, att den skall räcka till för alla möjliga anspråk, eller också kunde möjligen inrättningar finnas, genom hvilka för hvarje särskildt organ eller för hvarje särskildt kapillarområde in- och utförsel rättades efter behofvet. Det förra skulle vara ett slöseri af gröfsta slag, och till ett sådant gör naturen sig icke skyldig; hon är tvärt om i sådana fall ytterligt hushållsaktig och outtömlig i uppfinning af medel, som leda till besparing af arbete och material. Det är därför den senare utvägen hon begagnar, och vi skulle i sanning hafva föga begrepp om den makalösa mekanism vi skildra, om vi icke försökte skaffa oss en föreställning om, huru de svårigheter, som härigenom uppstå, öfvervinnas, eller med andra ord, *huru cirkulationsapparaten regleras.*

Att växlingar i blodomloppets intensitet förekomma, lärer oss den dagliga erfarenheten. Hjärtat arbetar än långsamt och nästan utan att vi hafva någon förnimmelse däraf, än åter följa dess slag, bultande, tätt på hvarandra och vi erfara denna obehagliga känsla, som betecknas med »hjärtklappning» eller »hjärtat i halsgropen». Än är hela kroppsytan eller en del däraf blek, d. v. s. blodfattig, än åter blossande röd, blodrik. Huru hastiga och huru begränsade kunna icke dessa växlingar vara! Huru hastigt uppflammar ej vredens eller blygselns rodnad på kinden, och huru hastigt drifves ej blodet därifrån vid en plötslig förskräckelse! Ännu tydligare och ofta ännu mera begränsade äro dessa förändringar vid sjukliga rubbningar, såsom vid yttre skador, som träffa huden, sting af insekter, beröring med »retande» ämnen (t. ex. senap, terpentin) eller heta kroppar samt vid en mängd hudsjukdomar, t. ex. ros, mäsling,

skarlakansfeber, finnar, bölder o. s. v. Men det är icke blott i huden, som sådana växlingar förekomma, fastän de här ligga i öppen dag och af hvar och en kunna ses. I lika hög grad förekomma de, såväl under hälsa som sjukdom, i kroppens inre delar. Vissa organ, som utmärka sig för periodisk omväxling af hvila och verksamhet, erbjuda de tydligaste exempel på lokala förändringar i blodströmmens styrka. Så är magsäckens slemhinna under fastande tillstånd, då dess körtlar äro overksamma, blek och blodfattig, men så snart den beröres af nedsväljda födoämnen, blir den blossande röd, blodrik, och ur körtlarnas mynningar framkväller i riklig mängd den sura magsaften. Spottkörtlarna genomflytas under deras overksamma tillstånd endast af en måttlig myckenhet blod, men denna förökas plötsligt i samma ögonblick, som de genom retning af munnens slemhinna eller till och med endast genom föreställningen om en välsmakande spis sporras till verksamhet. På samma sätt genomströmmas musklerna, då de arbeta, af en betydligt större myckenhet blod, än då de hvila. Och slutligen härröra eller åtminstone ledsagas de allra flesta sjukdomar i inre delar af sådana lokala förändringar i blodströmmens intensitet.

De växlingar, vi iakttaga i hjärtats verksamhet, måste tydligen härröra från förändringar i hjärtat själft, men en ökning eller minskning af blodströmmens styrka i enskilda organ eller delar af kroppen kan icke ensamt däraf åstadkommas. Hjärtat kan väl öka eller minska styrkan af blodströmningen i dess helhet, men omöjligen framkalla lokala förändringar däri. Cirkulationsapparaten förhåller sig i detta afseende alldeles på samma sätt som en gas- eller vattenledning. Genom att öka eller minska trycket i gasklockan eller vattenbehållaren kan man väl öka eller minska gas- eller vattenströmningen i hela rörnätet, men för att åstadkomma någon förändring i strömningen genom någon särskild del däraf, måste man taga sin tillflykt till

särskilda inrättningar på själfva rören (t. ex. kranar o. d.), genom hvilka tilloppet kan ökas eller minskas eller till och med alldeles afstängas. Vi hafva således att taga i betraktande två slag af regulationsinrättningar, nämligen dem, som reglera själfva pumpverkets, hjärtats, arbete, och dem som reglera strömningen i de särskilda rören. Vi vända oss först till de senare.

Vi hafva af det föregående lärt, att blodkärlen äro elastiska, men de hafva under lifvet dess utom en annan, icke mindre vigtig egenskap, som skiljer dem så väl från döda blodkärl, som ock från alla rör, hvilka kunna tillverkas af människohand. De äro icke blott elastiska, utan äfven kontraktila, d. v. s. de kunna sammandraga sig. Utom de öfriga väfnader (elastisk väfnad, bindväf), som ingå uti byggnaden af deras väggar, finnes nämligen i de allra flesta arterer och vener äfven *muskelväfnad* i form af smala, spolformiga celler (»glatta muskelceller»), hvilka äro lagda ringformigt omkring kärlets hålighet. De särskilda blodkärlen äro emellertid med afseende på mängden af de i deras väggar förekommande muskelcellerna mycket olika. Fattigast på denna väfnad äro de gröfsta artererna, relativt rikast däremot de mindre och i synnerhet de minsta. Äfven venerna äro försedda med muskelceller, men mycket sparsammare än de minsta artererna. Dessa celler hafva, likasom de vanliga muskeltrådarna, förmågan att under inflytandet af vissa »impulser» sammandraga sig, och resultatet af deras sammandragning måste ju tydligen blifva en förträngning af kärlets hålighet — en förträngning, som i de smärre artererna kan gå ända därhän, att kärlet fullkomligt afstänges, på samma sätt som ett kautschuksrör afstänges genom dess hopklämning.

Det måste antagas vara bekant, att musklers sammandragningar i allmänhet framkallas af impulser, som tillföras dem genom nervtrådar. Kärlmusklerna bilda i detta afseende icke något undantag, äfven i dem utbreda sig

nervtrådar, och dessa pläga, med anledning af den förrättning de utföra, benämnas *vasomotoriska* eller *kärlnerver*. Hvarje sådan nerv framkallar, då den försättes i verksamhet, sammandragning i det blodkärl, i hvars muskelceller den slutar. Med den kännedom vi ega om nervsystemet i allmänhet är det därför icke svårt att förklara en minskning i blodströmmens styrka inom större eller mindre kärlområden. Vi välja såsom exempel den plötsliga blekheten i ansigtet vid en häftig förskräckelse. Den starka själsrörelsen ledsagas nämligen af en förändring i något eller några af hjärnans centralorgan, och i följd häraf utsändas från dem impulser åt flera håll. En del af dessa impulser träffa centralapparater för åtskilliga muskler, hvilka sättas i verksamhet och framkalla de olika rörelser och ansigtsuttryck, som äro karakteristiska för det i fråga varande själstillståndet. Andra impulser åter träffa centralapparater, som stå i förbindelse med nerverna för ansigtets blodkärl, hvilka i följd däraf sammandraga sig kraftigt och afstänga blodtilloppet, så att huden blir blodfattig och blek.

Så enkel är icke förklaringen af en lokal blodöfverfyllnad såsom t. ex. den plötsliga rodnaden i ansigtet vid häftig vrede eller blygsel. Här är förhållandet alldeles motsatt, blodkärlen och i synnerhet de små artererna äro utvidgade, så att de genomsläppa mycket mera blod än vanligt. Huru skall nu detta kunna förklaras? Det enklaste vore naturligtvis att antaga tillvaron af särskilda muskelapparater, som kunde direkt utvidga blodkärlen, men några sådana finnas alls icke, och vi måste därför på annat håll söka lösningen af gåtan. En tillfredsställande lösning har också genom de försök på lefvande djur, som blifvit anstälda af utmärkta forskare, blifvit funnen, och därigenom har ljus blifvit kastadt öfver en mängd företeelser, som för icke länge sedan voro insvepta i det djupaste dunkel. En fullständig redogörelse för de resultat, som genom dessa undersökningar blifvit vunna för vetenskapen, ingår icke i

planen för denna lilla framställning, endast det allra väsentligaste kan här meddelas.

Under normala förhållanden befinna sig blodkärlens muskler alltid i ett tillstånd af måttlig sammandragning, de erhålla ständigt genom de vasomotoriska nerverna svaga impulser från nervsystemets centralorgan, och själfva blodkärlen äro därför alltid trängre, än de endast på grund af sin elasticitet skulle vara. Komma nu genom dessa nerver starkare impulser, så sammandraga sig också ådrorna starkare, och blodbrist, blekhet uppträda såsom följd däraf. Om däremot i stället alla impulser uteblifva, så slappas musklerna, åderväggarna göra nu ej samma motstånd som förut mot blodtrycket, ådrorna utvidgas därför och en starkare blodström rusar fram genom dem. Häraf blodöfverfyllnad och rodnad. Ett sådant resultat kunna vi lätt framkalla hos ett djur genom att afskära den nerv, som går till en kroppsdels blodkärl, ty härigenom hindras fortledningen af impulserna alldeles på samma sätt, som fortledningen af rapporter i en afskuren telegraftråd. Men, skall man säkert invända, låt vara att man vid ett fysiologiskt försök genom att afskära en nerv kan upphäfva dess verksamhet och därigenom framkalla förlamning i vissa blodkärls muskler; i den friska, oskadade organismen kan dock väl sådant icke ega rum, och vi äro således lika långt från förklaringen af den plötsliga rodnaden som förut. Företeelsen kan väl synas besynnerlig, men den är likväl mycket vanlig äfven inom andra områden för nervernas verksamhet. Det finnes nämligen icke blott nerver, som framkalla sammandragning i muskler, utan äfven nerver, som upphäfva de förras verksamhet, d. v. s. åstadkomma det samma, som vi vid det fysiologiska försöket efterhärma medelst genomskärning af en nerv af det förra slaget. De förra nerverna kallas »rörelseväckande» (motoriska) eller »kärlsammandragande» nerver i egentlig mening, de senare åter »hämmande nerver» eller »kärlutvidgande», emedan de

hämma de förras verksamhet. En hämmande nerv kan säkerligen icke verka direkt hvarken på den motoriska nerven eller muskeln utan endast genom en särskild mellan de båda nerverna inskjuten apparat, med hvilken således båda stå i förbindelse. Sådana inrättningar (nerv- eller ganglieceller), genom hvilka olika nerver kunna verka på hvarandra, finnas i mängd så väl inom nervsystemets centralorgan, hjärnan och ryggmärgen, som äfven strödda i kroppens periferiska delar.

I följd däraf att ådersystemet bildar ett slutet helt, äro dess särskilda delar så solidariskt förbundna med hvarandra, att ingen förändring i en del kan ega rum utan att framkalla en förändring i andra delar eller i det hela. Om således i följd af en eller annan orsak blodkärlen i en del af kroppen sammandraga sig, måste antingen det allmänna blodtrycket stiga eller också andra ådror utvidga sig. Utan tvifvel har man häruti en antydan till förklaringen af flera sjukliga företeelser, framför alt af kongestioner och dylika cirkulationsrubbningar, ur hvilka allvarliga sjukdomar så lätt kunna utveckla sig. Så t. ex. inses lätt det fysiologiskt riktiga i den på urgammal erfarenhet grundade varningen att icke taga ett kallt bad strax efter förtärandet af en riklig måltid. Under pågående matsmältning finnes alltid en benägenhet till blodfyllnad i hufvudets organ (huru många klaga ej öfver »blodet åt hufvudet efter maten»), och det är tydligt, att faran för en verklig kongestion i dessa delar skall i hög grad förökas, om alla hudens blodkärl, i följd af beröringen med det kalla vattnet, på en gång sammandraga sig. Äro dess utom i följd af någon sjuklig förändring hjärnans blodkärl skörare än normalt, så är faran för en bristning af något blodkärl i hjärnan med däraf följande blödning (apoplexi, blodslag) öfverhängande. Ofta iakttages en tydlig växelverkan i detta afseende mellan kroppsdelar, som äro mycket långt skilda från hvarandra, utan att man ännu kan gifva någon till-

fredsställande förklaring af ett sådant förhållande. Man behöfver härvid blott tänka på snufva såsom en följd af kalla och våta fötter för att hafva ett af de alldagligaste och mest slående exemplen därpå. Utan tvifvel medverka i sådant fall andra, okända omständigheter jämte cirkulationsrubbningen, men säkerligen spelar denna senare därvid en vigtig roll.

Likasom en plötslig och betydlig förträngning af ett större kärlområde framkallar en stegring af blodtrycket i de öfriga ådrorna och därigenom ofta kan vålla en vådlig blodöfverfyllnad i därför disponerade delar, så måste tvärtom en stegring af blodströmningen i ett visst kärlområde åtföljas af en minskning af blodfyllnaden i kroppens öfriga delar. Det är till en betydlig del på denna riktiga förutsättning, som många allmänt begagnade och af erfarenheten väl vitsordade behandlingsmetoder för sjukdomar i inre organ grunda sig. Heta bad, senapsdeg, terpentinduk, retande plåster, spansk fluga, hank, bränjärn och flera andra dylika medel hafva alla till syftemål att framkalla en betydlig blodöfverfyllnad i huden eller någon del däraf och därigenom åstadkomma en minskning af blodfyllnaden i något af sjukdom angripet inre organ. Af samma skäl användas häftiga laxermedel och retande lavemang vid kongestioner åt hjärnan o. s. v. Genom dessa sistnämnda medel söker man åstadkomma en häftig retning i tarmarna samt därmed blodöfverfyllnad i deras blodkärl, och läkekonsten känner i självfva verket icke något kraftigare medel att sänka det allmänna blodtrycket än detta. Tarmarnas blodkärl äro nämligen både mycket talrika och mycket stora samt rika på muskelväfnad. En förslappning af deras muskler bereder därför aflopp åt en betydlig del af kroppens blodmassa. Detta är en, och sannolikt den vigtigaste, bland orsakerna till den hastiga kraftuttömning, som iakttages vid häftiga tarmlidanden (t. ex. diarrhéer o. d.). Då tarmarna få för mycket blod, erhålla kroppens öfriga delar alldeles för litet.

Vi hafva i det föregående sett, hurusom det betydliga blodtrycket i pulsådrorna är den drifkraft, som pressar blodet genom kapillarerna öfver i venerna, håller väfnadernas saftrum fylda med en ständigt förnyad väfnadssaft, underhåller lymfströmningen och därigenom blodets egen förnyelse samt lemnar material för alla körtlars afsöndringar. Att blodtrycket hålles vid en tillbörlig höjd, är således för organismens normala bestånd af den allra största vigt. Hjärtat ensamt kan icke uppnå detta resultat. Utan kärlmusklernas af de vasomotoriska nerverna beroende medverkan blir dess arbete fruktlöst, ja omöjligt. Det är genom dessa nerver och muskler som hela ådersystemets rymlighet afpassas efter behofvet. Upphäfves deras verksamhet, förlamas alla blodkärlsmusklerna, så blifva blodkärlen för vida för det i dem befintliga blodet, blodströmmen blir slutligen så långsam, att hjärtat icke kan vederbörligen fyllas, och döden inträder i följd af hvad man skulle kunna kalla en förblödning inom blodkärlen själfva. Hela blodmassan befinner sig då i de slappa venerna, ej en droppe har blifvit förlorad, men likväl får hjärtat intet blod att drifva in i pulsådrorna. Hos de högre, varmblodiga djuren kan det icke komma så långt, ty döden inträder hos dem, innan denna ståndpunkt blifvit uppnådd, men hos de lägre ryggradsdjuren t. ex. hos grodan, hvilkens väfnadselement äro mera seglifvade, kan man tydligen öfvertyga sig om denna kärlnervernas och kärlmusklernas utomordentliga vigt för kretsloppet och om hjärtats oförmåga att ensamt hålla det i gång.

Ett direkt medel att åstadkomma sänkning af det allmänna blodtrycket är naturligtvis aftappandet af en viss myckenhet blod,[1] och denna åtgärd har också, synnerligast under förflutna tider, såsom bekant varit ett af läkekonstens favoritmedel samt i tid och otid äfven af den stora allmänheten användts såsom ett slags dietetiskt försigtighetsmått. Dess verkan på blodtrycket är likväl, förutsatt

att bloduttömningen icke drifves mycket långt, icke så stor, som man vanligen föreställer sig, ty om de vasomotoriska nerverna äro oskadade, kan organismen uthärda ganska betydliga blodförluster, utan att blodtrycket undergår synnerligt stor varaktig förändring. Genom denna märkvärdiga regleringsapparat väckas då ådrornas muskler till ökad sammandragning, och kärlsystemets rymd rättas efter det blodbeminskade innehållet; på samma gång stegras de blodberedande redskapens verksamhet, och inom förunderligt kort tid är blodets myckenhet den samma som förut. Denna organismens förmåga att uthärda blodförluster har likväl en skarpt utpräglad gräns; om denna öfverskrides, sjunker blodtrycket mycket hastigt, cirkulationen afstannar, och döden inträder oåterkalleligt, såvida icke i tid genom ingjutning af blod från ett annat individ *(transfusion)* blodkvantiteten åter förökas. Resultaten af sistnämnda operation skänka oss ett nytt bevis för de små elementardelarnes relativa självständighet. De blodkroppar, som därvid öfverflyttas från ett individ till ett annat, fortsätta i sitt nya hemvist lif och verksamhet — ja de äro till och med jämförelsevis mycket seglifvade, ty man har genom direkta försök bevisat, att de kunna fortlefva, äfven om det aftappade blodet piskats, silats och till och med ett helt dygn förvarats på is. Professor Panum i Köpenhamn, som med anledning af den på sista tiden åter med så mycken ifver diskuterade frågan om transfusionen anstält en mängd särdeles noggranna och öfvertygande försök, lät en hund upprepade gånger förblöda ända till begynnande dödssymptomer och ersatte för hvarje gång det aftappade blodet med piskadt och siladt blod från en annan hund. Oaktadt på detta sätt den första hundens hela blodmassa bokstafligen blef i det allra närmaste ombytt, hemtade han sig likväl fullkomligt efter de upprepade förblödningarna och visade inga tecken till någon skadlig inverkan af det nya blodet. Med kännedom om de röda blodkropparnas verksamhet kunna vi däraf med full

säkerhet sluta, att de nya blodkropparna öfvertogo och lyckligt utförde de förlorades roll, ty i annat fall skulle hunden omöjligen hafva kunnat hållas vid lif. För att blodkroppar på detta sätt skola kunna med framgång öfverföras från ett djur till ett annat, är likväl nödvändigt, att de båda djuren tillhöra samma eller åtminstone närbeslägtade arter, i annat fall trifvas de icke utan dö och upplösas i den nya organismen, hvilken så snart som möjligt söker att genom sina afsöndringsredskap befria sig från produkterna af deras sönderfallande. I trots af den entusiasm, med hvilken lam- eller kalfblodstransfusionen för kort tid sedan på vissa håll omfattades, har den lugna, samvetsgranna vetenskapliga undersökningen icke kunnat komma till något annat resultat än det nyssnämnda.

Likasom ådersystemet, tack vare den fullkomliga regulationsinrättning, som vi här skildrat, kan afpassa sig efter och därigenom uthärda betydlig minskning af sitt innehåll, så kan det äfven i ganska hög grad lämpa sig efter en förökning af blodmassan, förutsatt att den icke är altför plötslig. En sådan förökning inträder normalt efter hvarje riklig måltid genom absorption af näringsämnen från matsmältningskanalen. Äfven härvid spela kärlmusklerna och deras nerver en vigtig roll. Om blodtrycket stegras utöfver en viss gräns, sättas nämligen de hämmande kärlnerverna i verksamhet, kärlmusklerna slappas och blodkärlens rymd rättas åter efter innehållets storlek.

Såsom varande en väsentlig del af och själfva medelpunkten för hela ådersystemet samt källan för den drifkraft, som håller saftströmningen i gång, kan icke hjärtat vara utan sammanhang med den regulationsmekanism vi nu skildrat. Men detta organ, genom hvars outtröttliga arbete det hela uppehålles, utmärker sig därjämte för en sådan själfständighet, att det måste särskildt betraktas; och väl kunde det hafva förtjänat det första rummet i denna skildring, men beskrifningen af blodkärlens regulations-

inrättningar har emellertid förutskickats, emedan därigenom åtskilligt, som rörer hjärtat, lättare kan förstås.

Att hjärtats verksamhet lider inflytelse af kroppens olika fysiologiska tillstånd är en sanning lätt att bekräfta genom den dagliga erfarenheten. Då kroppen är i hvila, arbetar detta organ lugnt och makligt med långsamma slag; vid häftigt och ansträngande arbete däremot blifva hjärtslagen täta och bultande. Likaså torde ingen vara i saknad af personlig erfarenhet därom, att själsstämningar i mycket hög grad utöfva inflytande på hjärtverksamheten. Den plågsamma, beklämmande hjärtklappning, som utgör en trogen följeslagare till ängslan eller fruktan för en öfverhängande fara, afger ett väl bekant vittnesbörd därom — att icke tala om inflytelserna af än häftigare själsrörelser, såsom häftig vrede, plötslig förskräckelse, ytterlig sorg eller glädje, hvilka till och med kunna bringa hjärtat att alldeles stanna och därigenom medföra en plötslig död eller åtminstone vanmakt. Att hjärtat står i ett innerligt samband med och beroende af det allmänna nervsystemet kan således icke betviflas. Men är detta beroende absolut? Kan hjärtat icke fortsätta sitt arbete utan sammanhang med nervsystemets stora medelpunkter i hjärnan och ryggmärgen?

Hos kallblodiga djur, t. ex. grodan, är det lätt att öfvertyga sig om hjärtats självständighet i detta afseende, ty det möter alls ingen svårighet att få ett grodhjärta att skildt från hela den öfriga kroppen fortsätta sin verksamhet, och med iakttagande af vissa försigtighetsmått kan man till och med under flera dygn låta det drifva blod eller blodvatten genom ett artificielt ådersystem af glas och kautschuksrör och därvid förrätta ett jämförelsevis ganska betydligt arbete. Men, skall man säkert invända, det är väl icke gifvet, att hvad som gäller för grodan äfven nödvändigt skall vara gällande för de högre organiserade, varmblodiga djuren. Denna invändning motsäges emeller-

tid på det bestämdaste af erfarenheten, ty äfven hos däggdjur fortfara hjärtats sammandragningar, sedan alla de ledningsbanor (nervtrådar), som förbinda hjärtat med kroppens öfriga nervsystem, blifvit afskurna, och de fortfara till och med, om hjärtat hastigt skiljes från kroppen. Att de, åtminstone hos fullvuxna djur, i sådant fall endast fortfara mycket kort tid, bör emellertid icke förvåna oss, då väfnadselementen hos de högre ryggradsdjuren i allmänhet så hastigt förlora sina lifsegenskaper, om de icke längre omspolas af ett friskt och ständigt förnyadt blod af en viss temperatur. Vi kunna följaktligen med full säkerhet draga den slutsats, att hjärtat äfven hos människan är till en viss grad oberoende af nervförbindelsen med den öfriga kroppen.

Hjärtat besitter i själfva verket sitt eget nervsystem med alla de särskilda redskap — nervtrådar och nervceller, eller, om man så vill, telegraftrådar och stationer — som tillkomma ett sådant. Genom detta alstras impulserna till hjärtmusklernas sammandragningar och genom det samma regleras de äfven till en viss grad. På ett från kroppen lösgjordt grodhjärta kan man göra en mängd särdeles upplysande iakttagelser, som ovedersägligen bevisa denna hjärtats af den öfriga kroppen oberoende självregulation. Vid låg temperatur arbetar hjärtat helt långsamt och trögt, men vid högre värmegrad utvecklar detta organ en feberaktig liflighet, alldeles så som människans hjärta under febertillståndet, hvars väsentligaste karakter just är en förhöjd blodtemperatur. Vissa gifter påskynda, andra hämma dess verksamhet, och slutligen framkalla lokala ingrepp på olika delar af hjärtat olika förändringar i dess rörelser.

Men de vigtigaste och vanligaste af förändringarna i hjärtverksamheten härröra icke från hjärtat själft utan från inflytelser, som tillföras detta organ från nervsystemets centraldelar eller genom dem medelbarligen från kroppens olika delar. Dessa inflytelser äro af två motsatta slag —

»påskyndande» och »hämmande», och de meddelas hjärtat genom olika nerver. Likasom de nerver, hvilka reglera blodkärlens vidd (de vasomotoriska nerverna), hafva äfven dessa nerver, hvilka reglera hjärtats verksamhet, sitt ursprung i den del af hjärnan, som benämnes »den förlängda märgen». Men jämte dessa nerver, som fortleda inflytelser *till* hjärtat, finnas andra, hvilka leda inflytelser i den motsatta riktningen, nämligen *från* hjärtat till den nämnda centralstationen. Det är genom de senare, som hjärtat utöfvar inflytelse på cirkulationsapparatens öfriga delar och till en viss grad förmår reglera blodströmningen i dem efter sitt tillstånd. Så t. ex. om blodtrycket af en eller annan orsak stiger utöfver en viss höjd, hvarigenom hjärtat besväras eller öfver höfvan anstränges, afsändes genom de sistnämnda nerverna budskap härom till centralstationen i förlängda märgen, och från denna utsändas då åt alla håll genom blodkärlens hämmande nerver befallningar eller impulser, hvilka upphäfva eller minska kärlmusklernas sammandragningar; blodkärlen i allmänhet, framför alt bukkavitetens talrika och mäktiga ådror, utvidgas då, blodtrycket sjunker i följd däraf, och det öfveransträngda hjärtats arbete lindras. På grund af denna sin verksamhet benämnas de nu i fråga varande nerverna »hjärtats trycksänkande nerver».

Så förunderligt invecklad är denna regulationsinrättning, som sätter cirkulationsapparatens alla skilda delar i det innerligaste beroende af hvarandra och af det hela! Hjärtats hämmande, påskyndande och trycksänkande nerver å ena sidan samt blodkärlens sammandragande och utvidgande nerver å den andra bilda tillsammans med de centrala och periferiska nervceller, som med dem stå i förbindelse, ett rikt telegrafnät, som omfattar och sammanbinder till en innerlig enhet kroppens alla delar. Hufvudstationen i detta telegrafsystem har sitt säte i den förlängda märgen; härifrån kan hela cirkulationsapparaten be-

herskas. Ryggmärgen innesluter en hel rad stationer af andra ordningen, och slutligen hafva vi utan tvifvel i de periferiska nervganglierna småstationer af tredje eller lägre rang, afsedda för mera lokala behof. Alla dessa stationer äro förbundna med hvarandra, men stå dess utom i förbindelse med nervsystemets öfriga centraldelar och medelbarligen med de nerver, känselnerver, som fortleda intryck från kroppens yta och från de särskilda organen till de stora medelpunkterna för kroppsstatens styrelse i hjärnan och ryggmärgen. Människotanken svindlar vid försöket att genomtränga denna oändliga labyrint af trådar och celler, hvilka likväl endast utgöra en liten del af hela nervsystemet, och lycklig skattar sig forskaren, om han då och då med det fysiologiska experimentets och den anatomiska undersökningens förenade bistånd kan få en aning om sammanhanget i en enda liten del af den intrasslade härfvan.

I det föregående hafva endast några få drag af denna regulationsinrättnings verksamhet kunnat anföras, men då vi känna blodets och väfnadssaftens i hela kroppens lif så djupt ingripande betydelse, är det lätt att inse, huru mångsidigt och huru utomordentligt vigtigt denna inrättnings inflytande måste vara. Det begränsade omfånget för denna framställning medgifver icke något vidlyftigare ingående på enskildheter i detta afseende, men innan vi sluta, måste vi dock fästa våra läsares uppmärksamhet på ett par grupper af företeelser, som stå i innerligt beroende af cirkulationsapparatens regleringsinrättningar.

Den ena af dessa tillhör nästan uteslutande de högre djur, vi benämna varmblodiga. Denna benämning är så till vida oriktig, att dessa djur icke alltid äro »varma» d. v. s. varmare än det medium, i hvilket de lefva. Väl bekant torde det vara, att t. ex. människans kroppstemperatur eller rättare blodets temperatur icke sällan kan vara lägre än den omgifvande luftens. Detta är under hälsa förhållandet, så snart lufttemperaturen öfverskrider + 38° C.

Å andra sidan är människokroppen i de flesta fall alltid varmare än den omgifvande luften, så snart dennas temperatur understiger + 36° C. Under ekvatorns brännande sol och bland polens isar är människans blod i det närmaste lika varmt. Människan och de henne närmast stående djuren (däggdjur och foglar) hafva i själfva verket en i det närmaste oföränderlig eller »konstant» temperatur; endast i denna mening böra vi förstå uttrycket »varmblodig». En mängd af de vigtigaste väfnadselement fordra för att kunna utföra sina förrättningar en viss temperatur, som endast får växla inom ganska trånga gränser. Om blodets värmegrad sjunker betydligt under + 37° C., förlamas nerver och muskler; stiger den däremot några få grader öfver + 40, så dödas de hastigt och oåterkalleligt. Vi inse häraf huru vigtigt det är för organismens bestånd, att dess temperatur hålles vid en bestämd värmegrad (omkring + 37 $^{1}/_{2}$° C.).

Att vår kropp kan under de mest olika yttre förhållanden bibehålla nästan oförändrad den för dess elements lif och verksamhetsförmåga passande temperaturen — därför hafva vi i väsentlig mon att tacka cirkulationsapparatens regleringsinrättningar, ty genom dem afpassas värmealstringen och värmeförlusten efter hvarandra och de yttre förhållandena. Kroppens värme alstras till största delen genom de kemiska processer, hvilka försiggå i de lefvande och verksamma väfnadselementen, och lifligheten i dessa processer står i ett innerligt beroende af blodströmmens liflighet inom hvarje särskildt område. Värmeförlusten sker hufvudsakligen genom ledning, strålning och vattenafdunstning från kroppens yta, och dessa åter äro till sin styrka väsentligen beroende af blodströmmens liflighet i huden. Ju mera hudens blodkärl äro utvidgade, eller med andra ord ju större del af blodmassan som strömmar genom hudens blodkärl, dess starkare blifva de nämnda källorna till värmeförlust för blodet. Häraf inses lätt, hvilket mäktigt inflytande den nämnda regleringsapparaten måste

kunna utöfva på hela blodets värmegrad, men ännu tydligare är dess inflytande på den lokala fördelningen af värmet till de olika kroppsdelarna. I detta afseende kan blodkärlssystemet med fullt skäl liknas vid de varmvattensledningar vi stundom använda till uppvärmning af större byggnader. Den dagliga erfarenheten lärer oss till fullo, i huru hög grad de särskilda kroppsdelarnas (t. ex. händers och fötters) temperatur är beroende af deras blodhalt. Blodbrist, blekhet och kyla å ena sidan samt blodrikedom, rodnad och värme å den andra följa hvarandra troget.

I samma mon som denna regleringsmekanism är fullkomlig och inflytelserik, måste ock sjukliga rubbningar i den samma vara af allvarlig betydelse för kroppssamhällets välbefinnande. Den mest bekanta bland sådana rubbningar är det sjukliga tillstånd vi benämna *feber,* hvars väsen sannolikt just består däruti, att regleringsmekanismen kommit i olag, så att värmealstring och värmeförlust icke vidare fullkomligt afpassas efter hvarandra, utan den förra blir öfvervägande, hvarigenom blodets temperatur måste komma att stiga. Faran af detta tillstånd ligger just i den höga temperaturen; öfverskrider denna + 40° C., så är faran mycket stor.

Vissa former af de allmänt bekanta sjukliga företeelser, som benämnas *inflammationer,* äro sannolikt äfven väsentligen beroende på en rubbning af det vasomotoriska nervsystemet, i detta fall af mera lokal natur, ehuru medgifvas måste, att i denna fråga mycket ännu återstår att utreda. Säkert är emellertid, att en af de mest karakteristiska företeelserna vid vissa inflammationer är kärlväggarnas fullkomliga förlamning, hvarigenom blodkärlen inom det angripna området utvidgas och blodströmmen förr eller senare kommer i stockning. Blodets flytande beståndsdelar utsvettas då i den omgifvande väfnadens saftrum, och kärlen proppas fulla med blodkroppar så väl röda som hvita. Vi hafva redan omnämnt, att de senare i det strömmande

blodet iakttaga ett från de rödas betydligt afvikande beteende. I motsats mot sina röda kamrater, som tumla om midt i strömfåran, där farten är starkast, hålla sig de hvita blodcellerna utmed blodkärlens väggar, och så snart blodströmmens hastighet blir mindre, blifva de gärna därstädes kvarsittande. Vi påminna oss äfven, att dessa celler hafva förmågan af självständiga rörelser, liknande dem man finner hos åtskilliga af de lägsta och enklaste djuren (t. ex. amöbor). Blodströmmens afstannande, sannolikt förenadt med en viss, till sin natur likväl ännu outredd, sjuklig förändring (uppluckring) af de minsta blodkärlens tunna väggar, gifver nu dessa lifskraftiga celler ett godt tillfälle att använda sin rörelseförmåga. De borra sig nämligen genom kärlväggarna och »utvandra» i talrik mängd ut i de omgifvande saftrummen. Här framkalla dessa inkräkningar en formlig revolution. Så länge de af blodströmmen jagas omkring i blodets yrande hvirflar, förhålla de sig såsom mycket lugna och fridsamma medborgare i kroppssamhället, men en gång utsluppna ur blodkärlens fängsel, ändra de fullkomligt lynne och blifva verkliga orostiftare. De taga till sig riklig näring på de öfriga väfnadsbeståndsdelarnas bekostnad och yngla af sig med otrolig hastighet. Simmande i väfnadssaft bilda de då sannolikt den största delen af de med de hvita blodkropparna till form alldeles öfverensstämmande celler, som i oräknelig mängd äro uppslammade i den gräddlika vätska, vi benämna *var*. Huru upproriskt och laglöst detta de hvita blodcellernas beteende än kan förefalla, är deras verksamhet därvid likväl ofta en verksamhet i organismens tjänst. I detta afseende kunna de hvita blodcellerna liknas vid en polistrupp, alltid färdig att vid första vink rycka ut. Att så är, kunna vi lätt finna, om vi närmare betrakta ett mycket vanligt sådant fall, där deras verksamhet tages i anspråk, t. ex. då en främmande kropp inträngt i väfnaderna (en sticka i ett finger e. d.). Verkan af stickans närvaro är en ret-

ning, som framkallar en inflammation i den närmaste omgifningen — en inflammation, hvars symptomer torde vara väl kända för de flesta af mina läsare. Väl bekant torde det ock vara, att denna inflammation, i fall stickan icke i tid utskaffas, slutar med varbildning (suppuration, bulnad). Förr eller senare banar sig varet väg genom huden ut i det fria och förer därvid med sig stickan (den »värker ut» såsom det heter), på hvars aflägsnande från kroppen hela denna process således tydligen var riktad. Men det går icke alltid så lyckligt. I andra fall, där antingen retningen varit mycket häftig och långvarig, eller där den retande orsaken icke kan bortskaffas, eller där den angripna kroppsdelen är för det helas bestånd af synnerligen vigtig betydelse, blir denna naturens själfhjälp icke blott ofta vanmäktig, utan leder genom sin våldsamhet icke sällan till hela kroppssamhällets undergång.